

DIE INVLOED VAN MANGAAN OP VRUGRYPWORDING  
BY VITIS VINIFERA L. CV. PINOTAGE



Skripsie goedgekeur ter verkryging van die graad  
van Magister in die Natuurwetenskappe aan die  
Universiteit van Stellenbosch

Junie 1964

## ABSTRACT

The influence of manganese sulphate sprays on the yield and ripening of fruit of manganese-deficient Vitis vinifera L. (cv. Pinotage) plants was investigated. Ripening was determined in terms of changes in concentration of the individual and total sugars and organic acids.

Increasing concentrations of manganese sulphate resulted in significant increases in the manganese content of the leaves. The higher levels of manganese were associated with an increase in yield. Ripening, however, was retarded, in that the percentage sugar of the fruit was decreased and titrable acid content increased.

The principal sugars present in the fruit were sucrose, glucose, fructose and xylose. Malic and tartaric acids were the main organic acid constituents. Glucose and fructose increased sharply, and sucrose and xylose slightly during ripening of the fruit, whereas malic and tartaric acid decreased. Glucose, fructose, tartaric and malic acid tended to increase with increasing manganese content. Sucrose and xylose were not appreciably affected.

An application of 1% manganese sulphate can be recommended for manganese deficient vineyards, as it results in an increased yield, in addition to delaying ripening until a more favourable time for handling. Furthermore, the lowered sugar content of the fruit may be advantageous for the production of dry wines from Pinotage grapes.

## INHOUDSOPGAWE

<b>1.</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>bl.</b>
		<b>1</b>
	Algemeen	1
	Die Metabolisme van Suikers en Organiese sure in Druie	2
	1. Suikers	2
	2. Sure	4
	Die Funksies van Mangaan in Plantmetabolisme	8
<b>2.</b>	<b>MATERIAAL EN METODES</b>	<b>12</b>
	Plantmateriaal	12
	Monsterneming	12
	Vriesdroging	14
	Chemiese Analise van Plantmateriaal	14
	Bepaling van Totale Suiker	14
	Bepaling van Titreerbare Suur	15
	Ekstraksie	15
	Skeiding en Suiwering van Sure en Suikers uit die Ruwe Ekstrak	16
	Identifikasie en Kwantitatiewe Bepaling van Suikers	17
	1. Identifikasie	17
	2. Kwantitatiewe bepaling	19
	Identifikasie en Kwantitatiewe Bepaling van Organiese Sure	21
	1. Identifikasie	21
	2. Semikwantitatiewe bepaling	22
	Statistiese Ontleding van Gegewens	23
<b>3.</b>	<b>RESULTATE EN BESPREKING</b>	<b>24</b>
	RESULTATE	24
	Die Invloed van Mangaansulfaat op Groei, Vrugopbrengs en Vruggrootte	24
	Vegetatiewe Groei	24

	b1.
Die Mangaangehalte van die Blare	24
Vruggroei	25
Die Invloed van Mangaansulfaat op	27
Vrugrypwording	
Suikergehalte	28
Titreerbare Suurgehalte	29
Glukoasidimetriese Indeks	29
Afsonderlike Suikers in die Vrugte	29
Afsonderlike Sure in die Vrugte	32
BESPREKING	35
Die Invloed van Mangaan op Vruggroei	35
Die Invloed van Mangaan op Vrugrypwording	36
4. GEVOLGTREKKINGS	43
5. OPSOMMING	44
6. DANKBETUIGINGS	46
7. LITERATUURVERWYSINGS	47

\*\*\*\*\*

## 1. INLEIDING

### Algemeen

Mangaantekorte kom taamlik algemeen in Suid-Afrika, en besonderlik ook in die Kaapse Skiereiland voor (Schütte 1960). Dit is in baie gevalle waarskynlik te wyte aan die kalkagtige aard van die grond. Sodanige gronde het 'n hoë pH, waarby mangaan as onoplosbare soute neerslaan, met die gevolg dat dit nie deur plante opgeneem kan word nie. In sommige wingerde van die Constantia-vallei is duidelike mangaantekorte, wat waarskynlik deur kalktoediening teweeggebring en/of vererger is, opgemerk. Die tekorte word gewoonlik bestry deur die wingerde met  $\text{MnSO}_4$ -oplossings te bespuit.

Die moontlikheid bestaan dat 'n mangaantekort en derhalwe ook mangaanbemesting, die opbrengs sowel as die rypwording van die duiwe mag beïnvloed. Die doel van die huidige ondersoek was derhalwe om die invloed van mangaanbemesting op die rypwording van duiwe, wat aan mangaantekorte onderhewig was, te bepaal. Rypheid is 'n relatiewe begrip, maar word grotendeels deur die suiker-tot-suur verhouding van die vrugte bepaal (Winkler 1962). Om hierdie rede is die kwantitatiewe veranderinge wat die verskillende suikers en organiese sure tydens rypwording ondergaan, ondersoek, en is ook gepoog om vas te stel of mangaan enige invloed op die suiker- en suurgehalte van die vrugte uitoefen.

Die Metabolisme van Suikers en Organiese  
Sure in Rypwordende Druife

1. Suikers (vide Wolf, 1958; Winkler, 1962). Vrugte word op grond van hul koolhidraatgehalte in twee groepe verdeel, nl. dié wat stysel tydelik ophoop, en dié wat nie 'n styselreserwe opbou nie (Miller, 1958). Die druif val onder laasgenoemde tipe. By eersgenoemde groep is sukrose, glukose en fruktose hoofsaaklik van die stysel in die vrug self afkomstig, terwyl die suikers in die druif uit stysel wat van die res van die plant afkomstig is, gevorm word. Dit word algemeen aanvaar dat die suikers van druife in die blare vervaardig word. Suikervorming deur die groen vrug is onbeduidend (Müller-Thurgau, 1879, 1882; Wolf, 1958). Die koolhidrate beweeg deur die floeëm vanuit die blare, vanwaar dit beskikbaar gestel word vir groei of vir die produksie van ander voedingstowwe, óf dit mag dien as reserwemateriaal, veral in die stingel (in die vorm van stysel), en vrugte (as fruktose).

Gedurende die vroeë somer word meeste van die koolhidrate in die plant vir die vorming van nuwe lote, blare en wortels, asook vir die ontwikkeling van jong vrugte gebruik. Ten gevolge hiervan word die ophoping van reserwekoolhidrate in die vrugte en stingels verhinder. Teen die tyd dat die vrug die helfte tot driekwart van sy volwasse grootte bereik het, word aktiewe vegetatiewe groei gestaak. Die blare hou egter aan om normaal te funksioneer, met die gevolg dat koolhidrate ophoop, eers veral in die lote en later ook in die vrugte.

Die begin van rypwording word deur 'n skielike vinnige toename in die suikergehalte van die vrugte gekenmerk. 'n Groot gedeelte van dié suikers is afkomstig van reserwes wat uit ander dele van die plant, veral uit die stam en takke, gemobiliseer word (Moreau & Vinet, 1932). Dit is nog nie duidelik wat die skielike mobilisasie veroorsaak nie; moontlik speel ouksiene daarby 'n rol (Winkler, 1962). Daarna neem die suikerkonsentrasie nog verder toe, maar dit geskied al stadiger namate rypheid bereik word. Die toename in suikergehalte veroorsaak 'n verhoogde osmotiese druk in die vrug, met die gevolg dat wateropname terselfdertyd toeneem. Tydens die latere stadia van rypwording beweeg die koolhidrate teen 'n konsentrasiehellings in die vrug in (Loomis, 1944). Energie word derhalwe gebruik om die suikers in die vrug te vervoer.

Koolhidrate word in die wingerdstok in die vorm van sukrose vervoer (Swanson & El-Shishiny, 1958). In die vrug word sukrose met behulp van die ensiem invertase na glukose en fruktose, die oorwegende suikers van die druif, afgebreek (Dobrolyubskii, 1962).

Fruktose is die hoof-reserweworm van koolhidrate by steenvrugte. By appels, byvoorbeeld, neem dit gedurende rypwording tot 'n maksimum toe en daal daarna weer geleidelik (Griffiths, Potter & Hulme, 1950). In die druif dien fruk-

tose as reserwestof sowel as substraat vir respirasie.

Volgens 'n ou hipotese (Kidd, 1935) kon fruktose nie voor die klimakterium in respirasie gebruik word nie (ten gevolge van pH-afhanklike permeabiliteit van die sitoplasma), en is dit as 'n voorlopige endproduk van stofwisseling beskou. Volgens nuwere opvattinge is dit nie noodwendig die geval nie, daar by die opstel van die hipotese die gedrag van die suikerfosfate, waarvan die rol in respirasie toe nog onbekend was, nie in ag geneem is nie (Wolf, 1958).

Glukose dien ook as reserwe, maar tot 'n mindere mate as fruktose. Die glukosegehalte van pere, byvoorbeeld, kan afneem nadat rypheid bereik is (Gerhardt & Ezell, 1941).

Anders as fruktose, word glukose in die voorklimakterium direk gerespireer of in fruktose omgesit (Kidd et al, 1940). Fruktose oorheers in oorryp druiwe, terwyl dit in die volwasse druif ongeveer dieselfde, en in die groen druif 'n laer konsentrasie as glukose het (Winkler, 1962).

2. Sure (vide Wolf, 1960; Winkler, 1962). Die sure wat in druiwe voorkom, sluit in appelsuur, wynsteensuur, suksiensuur, sitroensuur, askorbiensuur, fosforsuur en klein hoeveelhede ander sure (Colagrande, 1959). Wynsteensuur en appelsuur maak saam meer as 90% van die totale sure uit (Peynaud, 1947). Die verhouding waarin hierdie twee sure tot mekaar voorkom, wissel volgens variëteite en groeitoestande (Amerine & Joslyn, 1951).



Die hoeveelheid suur per vrug of in die sap (uitgedruk as totale suur en titreerbare suur), asook wynsteensuur en appelsuur afsonderlik, neem toe tot aan die begin van rypwording (Girard & Lindet, 1898; Guichard, 1955). Gedurende rypwording neem tartraat en veral malaat af, want dan oorheers die verbruik van sure hul sintese en toevoer. Die afname in die titreerbare suurgehalte is gedeeltelik aan soutvorming, maar grotendeels aan 'n afname van die totale suurgehalte self te wyte. Laasgenoemde het net betrekking op die mesokarp, aangesien dit slegs hier is waar die gebruik die sintese oorheers. Dit geld veral vir appelsuur, en het op alle druiwesoorte wat ondersoek is, betrekking (Amerine, 1951, 1956). In die ektokarp en vrugsteel neem die totale suur, veral appelsuur, gedurende rypwording toe (Peynaud & Maurie, 1953).

Die suurgehalte word verder deur uitwendige toestande, veral die temperatuur, beïnvloed. Dit is algemeen bekend dat 'n variëteit 'n hoër suurinhoud in koue as in warm streke het. Die minimum-temperatuur waarby appelsuur gerespireer word, is laer as dié vir wynsteensuur (Genevois, 1938).

Voorheen is algemeen aangeneem dat die organiese sure in die blaar vervaardig word, vanwaar dit na die vrugte vervoer word (Nitsch, 1953 e.a.). Nuwe werk met radioisotope toon egter dat, alhoewel vervoer vanuit die blare nie buite rekening

gelaat kan word nie, die druif moontlik self die meeste van sy organiese sure sintetiseer (Hale, 1962).

Wynsteensuur word moontlik uit glukose (Vickery & Palmer, 1954), of uit oksaalasynsuur (Lynen & Bayer, 1952) gesintetiseer. Dit neem waarskynlik nie deel aan normale metabolisme nie (Vickery & Palmer, 1954), en verdwyn stadiger gedurende rypwording, as appelsuur. Die weg waarlangs wynsteensuur in hoër plante afgebreek word, is nog onbekend. Nomura en Sakaguchi (1955) het 'n meganisme vir die afbreking van wynsteensuur in Pseudomonas incognita gepostuleer, waarvolgens dit, met oksaalasynsuur, pirodruiwesuur en mieresuur as tussenprodukte, na asynsuur en  $\text{CO}_2$  afgebreek word.

Appelsuur is 'n tussenproduk van die respirasieproses, en besonderlik van die Krebs-siklus. Daar is besliste bewyse vir die verloop van glikolise en die aansluitende Krebs-siklus in vrugte, maar dit is nog nie seker in watter mate dié weg tydens die afsonderlike ontwikkelingstadia van die vrug optree nie. Daar is ook aanduidings dat die pentose-fosfaatweg en ander metaboliese weë 'n rol in vrugrespirasie mag speel (Wolf, 1960). Sure kan ook deur direkte vaslegging van  $\text{CO}_2$  in vrugte gevorm word. So byvoorbeeld word appelsuur in appels (Ranson, 1954), en die sure in druiwe (Hale, 1962) ten minste gedeeltelik deur karboksilasie gevorm.

Die konsentrasievlakke van die organiese sure tydens die verskillende ontwikkelingstadia van die vrug is 'n funksie

van die ewewig tussen die invoer en sintese van die sure aan die een kant, en die afbreking daarvan aan die ander. Die ewewig word waarskynlik deur baie faktore, beide in- en uitwendig, beïnvloed.

Die oorsaak vir die verskuiwing van die ewewig is nog onduidelik. Faktore wat die ewewig mag beïnvloed, sluit in:

(1) Morfologiese en strukturele faktore. By sommige vrugte word daar bv. met rypwording 'n afsnydingslaag gevorm; dit is vanselfsprekend dat dit die metabolisme van die vrug sal beïnvloed. By die druif is so 'n laag egter afwesig. Kidd et al (1951) meen weer dat die dikte van die protoplasmalaag en die totale oppervlakte van die tonoplast 'n rol speel in die snelheid waarmee sure uit die vakuool verdwyn. Dit word nl. aanvaar dat appelsuur op of naby die buitenste oppervlak van die sitoplasma afgebreek word; die sure word vinniger uit die vakuool na die oppervlak vervoer namate die dikte van die protoplasmalaag afneem en die totale oppervlakte toeneem. Hulle verklaar hiermee verskille in die suurgehalte van variëteite, maar nie die variasies in suurgehalte tydens rypwording van die vrug nie.

(2) Rypwording beïnvloed die veranderings in suurgehalte van verskillende vrugte verskillend. Daar is nie 'n vaste verband tussen suurgehalte en die klimakterium nie. Veranderings in die aktiwiteit van die mitochondria (Pearson & Robert-

son, 1954), in die respirasiestelsel en in die mate waarin CO<sub>2</sub> vasgelê word, het egter 'n definitiewe invloed op die suurgehalte (Wolf, 1960). In hierdie veranderings speel die deurdringbaarheid van die sitoplasma ook 'n rol, daar ensieme geonaktiveer kan word deur verbindings vanuit die vakuool wat nie normaalweg in die sitoplasma voorkom nie.

Die moontlikheid bestaan dat 'n gedeelte van die organiese sure in vrugte in die vorming van suikers gebruik kan word. Meeste bevindings toon dat alhoewel biochemies moontlik, dit nie die geval met reserwesure is nie. Daar is egter ook gegewens wat in die teenoorgestelde rigting wys (Gatet, 1939; Lutz, 1938).

### Die Funksies van Mangaan in Plantmetabolisme

McHargue (1922) het eerste getoon dat mangaan vir baie plantsoorte noodsaaklik is. Ten gevolge van die invloed daarvan op die elektronpotensiaal, en derhalwe op die geredelikheid waarmee 'n redoks-reaksie kan plaasvind, is mangaan in baie ensiemsisteme van plante en diere van belang.

Mangaan is nie 'n bestanddeel van die chlorofilmolekuul nie, maar is noodsaaklik vir die sintese daarvan (Steward, 1963); gevolglik word mangaantekorte gewoonlik deur 'n mindere of meerdere mate van chlorose gekenmerk. Mangaantekorte veroorsaak verder onafhanklik van die chlorofilgehalte, 'n afname in die snelheid van fotosintese (Pirson, 1955).

Dit wil voorkom asof mangaan veral by een of ander aspek van suurstofvrystelling betrokke is, maar die presiese aard van die reaksie en die belang daarvan in fotosintese is nog onseker (Hewitt, 1963). Mangaan speel blykbaar ook 'n rol in die vorming van chloroplaste (Brown, Eyster & Tanner, 1958).

Magnesium en/of mangaan aktiveer sekere ensieme wat by koolhidraat-sintese betrokke is, o.a. sekere heksokinases (Steward, 1963), asook fosfo-glukomutase (Cori et al, 1947). Mangaan is derhalwe van belang vir die sintese van sukrose en stysel.

Meeste van die ensieme betrokke by respirasie en organiese suurmaterie metabolisme vereis metaalaktivering. Mangaan en/of magnesium is waarskynlik die belangrikste in hierdie verband. Mangaan aktiveer meeste van die ensieme van die Krebs-siklus, veral die dehidrogenases en dekarboksilases (Stiles, 1958). So is mangaan 'n spesifieke aktiveerder vir die dekarboksilasie van oksaalsuksinaat na  $\alpha$ -ketoglutaraat en vir die nie-oksidatiewe karboksilasie van piruvaat na oksaalasetaat (Ochoa, 1945; Von Euler et al, 1939).

In die afwesigheid van mangaan kan nitraat nie volledig na ammoniak gereduseer word nie, sodat nitriet ophoop (Jones et al, 1949). Mangaan word moontlik spesifiek vir die reduksie van nitriet na hidroksielamien benodig. 'n Ensiem wat weer laasgenoemde reduseer, is in Neurospora crassa gevind en

word ook deur mangaan geaktiveer (Nicholas, 1957).

Behalwe dat mangaan ten gevolge van bogenoemde funksies die groei van die plant indirek beïnvloed, kan dit groei ook direk beïnvloed: Burström (1939) het gevind dat mangaan 'n wortelstremstof soortgelyk aan N-diamielasetaat kan onaktiveer; hy het ook gevind (Burström, 1949) dat mangaan die opname van sekere ione deur die wortels vergemaklik. Moontlik is hierdie twee bevindings aan mekaar verwant. Daarbenewens stimuleer mangaan selgroei, moontlik deur die oksidasie van indolielasynsuur (IAS) waar laasgenoemde stremmende konsentrasies mag bereik (Thimann, 1956). Die ensiem IAS-oksidase word deur mangaan geaktiveer (Mudd et al, 1959).

'n Oormaat mangaan kan ysterchlorose veroorsaak. Yster word as  $\text{Fe}^{3+}$  deur die plant geabsorbeer en in die sel na die fisiologies-aktiewe  $\text{Fe}^{2+}$ -vorm gereduseer, tensy daar 'n verbinding is wat dié reduksie verhoed. Somers en Shive (1942) meen dat mangaan sodanig optree. Mangaan kan in protoporfirië 9, 'n voorloper van chlorofil en ook in ander heembevattende verbindings met yster kompeteer (Sideris en Young, 1949).

Omtrent die invloed van mangaan op die organiese stofwisseling van druiwe is nog nie veel gedoen nie. Verskeie navorsers het wel gevind dat mangaan die opbrengs van wingerde verhoog (vide Dobrolyubskii, 1962).



- 11 -

Dobrolyubskii (1962) het die invloed van mangaanbemes-  
ting op sekere biochemiese prosesse in die druif ondersoek.  
Hy vind dat dit 'n toename in opbrengs en suikerinhoud veroor-  
saak, die vrye suurgehalte verminder, die totale suurgehalte  
vermeerder, en rypwording versnel. Hy verklaar die effekte  
o.a. in terme van veranderings in elektronpotensiaal ( $E_H$ ),  
suurstof-waterstofbalans en pH. Hy het ook 'n toename in die  
aktiwiteit van ensieme soos katalase, askorbiensuuroksidase,  
polifenoloksidase, peroksidase en invertase by mangaanbehandel-  
de plante gevind. Miller (1933) het tevore soortgelyke  
resultate met tamaties verkry: Plante met mangaan behandel,  
het groter hoeveelhede reduserende suikers en sukrose bevat as  
plante wat min mangaan ontvang het. Dit blyk derhalwe dat  
mangaan 'n belangrike rol in suikervorming en -metabolisme  
mag speel.

## 2. MATERIAAL EN METODES

### Plantmateriaal

Materiaal vir hierdie ondersoek is afkomstig van die plaas Groot Constantia, naby Kaapstad. 'n Sesjaar-oue wingerd (Vitis vinifera L., cv. Pinotage, met R.99 as onderstok) wat duidelike mangaantekortsimptome getoon het, is in Oktober 1962 tydens die vroeë korrelstadium met mangaansulfaat bespuit. Drie konsentrasies  $\text{MnSO}_4$ , nl. 0.2%, 1.0%, en twee bespuitings van 0.2% vier weke na mekaar, is as deel van 'n bemestingsproef toegedien. 'n Kontrole, wat geen mangaan ontvang het nie, is by die proef ingesluit.

Die proef is in toevallig-verspreide blokke uitgelê, met vier herhalings (persele) per behandeling. Elke perseel het agt stokke bevat. 'n Uitsig oor die proef word in Plaat 1 aangetoon.

### Monsterneming

Vrugmonsters is tussen 9 en 11 vm., tweeweekliks vanaf 5 Desember 1962 tot 16 Januarie 1963, en daarna weekliks tot 27 Februarie geneem. Tot op 2 Januarie is van elke stok twee korrels per sytakkie, van die tweede, derde en vierde sytakies van elk van vier trosse geneem, m.a.w. 24 korrels per plant of 192 korrels per perseel. Twee trosse, omtrent in die middel van elke arm aan weerskante van die stam, is gebruik (Die wingerd is volgens die splitkordon-metode opgelei.) Die



- 13 -

trosse waarvan monsters geneem is, is sover moontlik afgewissel, ten einde die invloed van monsterneming op die ontwikkeling van die trosse te beperk. Daar die wingerdrye van Suid na Noord geplant is, is nie tussen son- en skadukante onderskei nie.

Vanaf 16 tot 30 Januarie is net een korrel (i.p.v. twee) per sytakkie soos hierbo beskryf, geneem, d.w.s. 12 korrels per plant, of 96 korrels per perseel. Vanaf 6 tot 27 Februarie is ook een korrel per sytakkie geneem, maar van slegs een tros aan elke kant van die stam d.w.s. ses korrels per plant, of 45 korrels per perseel. Hierdie vermindering was te wyte daaraan dat by jong druiwe meer korrels nodig was om genoeg plantmateriaal vir analise te voorsien. Hierdie materiaal is vir die bepaling van individuele suikers en organiese sure gebruik.

Vir die bepaling van titreerbare sure en totale suikers is een korrel van die vierde sytakkie van bogenoemde vier trosse per plant geneem, d.w.s. 32 korrels per perseel. Hierdie monsters is op al die oesdatums vanaf 16 Januarie geneem.

Alle monsters is in plastieksakkies versamel en dadelik in 'n vriesmengsel in 'n Termosfles geplaas, ten einde verdere metaboliese veranderings tot 'n minimum te beperk; daarna is die monsters by  $-8^{\circ}\text{C}$  bewaar totdat dit gevriesdroog is.

### Vriesdroging van Monsters

Die druiwe is onder verlaagde druk (0.05 atm.) met behulp van 'n mengsel droë ys en asetoon by  $-70^{\circ}\text{C}$ , gevriesdroog. Die flesse met druiwe is in 'n vriesmengsel ( $-9^{\circ}\text{C}$ ) gehou om te verhoed dat die korrels ontdooi. Die proses is bespoedig deur die korrels in stukkies te sny. Vanweë die hoë konsentrasie suiker in die ryper druiwe (vanaf 16 Januarie) kon dié monsters nie absoluut gedroog word nie. Die voggehalte van laasgenoemde monsters is bepaal deur gedeeltes ná vriesdroging te weeg, by  $100-105^{\circ}\text{C}$  te droog, in 'n desikkator af te koel en weer te weeg. Die gevriesdroogde monsters is in digte glasflessies by  $4^{\circ}\text{C}$  in 'n koelkas bewaar.

### Chemiese Analise van Plantmateriaal

Die bepaling van totale suikers en titreerbare sure is weekliks met monsters van al vier replikate van elke behandeling (geen mangaan, 0.2%, 2 x 0.2% en 1.0%  $\text{MnSO}_4$ ) uitgevoer. Titreerbare sure is weens die gebrek aan vrye sap, eers vanaf 16 Januarie bepaal.

Die ekstraksie, skeiding en bepaling van die afsonderlike suikers en organiese sure is, vanweë die tydrowende prosedure, slegs tweeweekliks uitgevoer met monsters verkry van die eerste drie replikate van elke behandeling.

### Bepaling van Totale Suikers (Refraktometries)

Twee-en-dertig korrels per perseel, versamel soos tevore

- 15 -

uiteengesit, is fyngedruk, die sap goed gemeng en die suikerpersentasie dadelik met behulp van 'n Carl Zeiss handrefraktometer bepaal. Alle lesings is volgens die internasionale korreksietabel (1936) vir temperatuur gekorrigeer tot 20°C. Die verkreeë waardes het goed vergelyk met dié van 'n Abbé-refraktometer, wat vir vergelykingsdoeleindes gebruik is.

#### Bepaling van Titreerbare Sure

Dieselfde sapmonster as vir totale suiker is gelaat tot dat die gesuspendeerde materiaal afgesak het, waarna 5.0 ml van die bovloeistof met standaard 0.2 N NaOH, met fenolftaleïen as indikator, getitreer is. Die titreerbare suur is bereken as milligram-ekwivalent per liter sap. Die NaOH is gestandardiseer teenoor standaard HCl, wat op sy beurt teenoor 0.4-0.5 gm boraks gestandardiseer is; metielrooi is in albei gevalle as indikator gebruik (Vogel, 1959).

#### Ekstraksie, Skeiding, Identifikasie en Bepaling van Organiese Sure en Suikers in Plantmateriaal

Ekstraksie (Paech & Tracey, 1955). Bekende gewigte (3-4 gm) gevriesdroogde druiwe (waarvan slegs die vrugsteele verwyder is) is vir 15 minute in 'n "Waring blender" met 100 ml gedistilleerde water fyngemaal, kwantitatief na 'n sentrifugeerbuis oorgebring, en vir 15 minute by 2,000 o.p.m. gesentrifugeer. Die bovloeistof is gedekanteer, die presipitaat drie maal met 20 ml gedistilleerde water gewas en gesentrifugeer, en die wasoplossings by die eerste ekstrak gevoeg. Tien ml 0.2 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

is by die gekombineerde ekstrak gevoeg om die organiese sure vry te stel. Die totale ekstrak is daarna tot 200 ml verdun.

Skeiding en Suiwering van Sure en Suikers uit die Ruwe Ekstrak met behulp van Ioonuitruiling (Paech & Tracey, 1955).

1. Voorbereiding van die ioonuitruiler-kolom: Vyf gram anioonuitruilhars (Amberlite IRA 400, 20-50 maas) is by 500 ml 1.0 N  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  gevoeg en vir 'n paar uur gelaat, terwyl dit van tyd tot tyd geroer is. Die hars is daarna na 'n glaskolom met 1 cm deursnee oorgebring, met glaswol bedek en goed met  $\text{CO}_2$ -vrye gedistilleerde water gewas. Daarna is die kolom 'n paar keer afwisselend met 1.0 N HCl en 1.0 N  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  behandel. Na elke behandeling is die hars met 200 ml  $\text{CO}_2$ -vrye gedistilleerde water gewas. Die uitruilkolom in die  $\text{CO}_3^{--}$ -vorm, was hierna gereed om die sure te adsorbeer.
2. Verwydering van sure uit die plantekstrak: 'n Bekende volume (50 ml) van die ruwe ekstrak is vervolgens deur die uitruilkolom gestuur, teen 'n vloeisnelheid van 1.0 tot 1.5 ml per minuut. Die sure is op die hars geadsorbeer, terwyl die suikers en ander verbindings deurgevloei het. Die suikers, ens., is daarna kwantitatief uit die kolom verwyder deur dit met  $\text{CO}_2$ -vrye gedistilleerde water te was, (oplossing A). Die waswater was eers by pH7-8, maar het tot pH6 gedaal sodra die kolom skoon was.
3. Herwinning van sure uit die hars: Die sure is hierna met

0.1 N HCl uit die hars geëlueer, totdat die eluaat 'n positiewe reaksie vir chloried gegee het. (Toetse het getoon dat sodra die reaksie positief is, al die organiese sure kwantitatief uit die kolom verwyder is.) Die kolom is daarna met CO<sub>2</sub>-vrye gedistilleerde water gewas, die eluaat plus waswater na 100 ml verdun en 50 ml hiervan onder vakuum oor P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> by kamertemperatuur drooggedamp. Die neerslag van organiese sure is in tersiêre amielalkohol : chloroform (1 : 1; v/v), in ewewig met 0.2 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, opgelos en na 5 ml verdun. Hierdie oplossings is in digte flessies by 4°C in 'n koelkas bewaar.

4. Suiwering van die suikerekstrak (Block, Durrum & Zweig, 1958): Die gekombineerde suiker-eluaat (oplossing A) is onder 'n lugstroom op 'n waterbad by 35-45°C drooggedamp. Die suikers is uit die neerslag in 5 ml droë piridien by 100°C opgelos. Na vyf minute is die piridienoplossing afgekoel en gefiltreer (ten einde onoplosbare minerale soute te verwyder) en die beker drie maal met 1 ml warm piridien gewas. Die piridien is uit die gekombineerde filtraat plus wasoplossing verwyder deur indamping onder vakuum by kamertemperatuur. Die neerslag is in 10% isopropanol opgelos en na 5 ml verdun. Die verkreë oplossings is in digte flessies by 4°C in 'n koelkas bewaar.

#### Identifikasie en Kwantitatiewe Bepaling van Suikers.

1. Identifikasie: Die suikers is vooraf geïdentifiseer

d.m.v. eenrigting afwaartse chromatografie by  $20^{\circ}\text{C}$ , met n-butanol : etanol : water (45 : 5 : 50; v/v) as oplosmiddel. Laasgenoemde is die geskikste gevind, daar die suikers vir 72 uur gechromatografeer is, en butanol : asynsuur : water geneig was om gedurende dié tyd te verester. Toetse het getoon dat Whatman No. 1 chromatografiepapier die geskikste vir die betrokke skeidings was. Na chromatografering is die chromatogramme oornag in 'n stroom lug by kamertemperatuur gedroog.

Die posisies van die suikers is vasgestel met behulp van  $\text{AgNO}_3$ -reagens in ammoniak (1 ml waterversadigde  $\text{AgNO}_3$  by 20 ml asetoon plus 'n paar druppels water totdat die sout net oplos: Merck, 1960). Die reagens moet taamlik gekonsentreerd wees om sukrose en ander suikers wat in klein hoeveelhede voorkom, aan te toon. Om hierdie rede is die bogemelde reagens bo dié van Dimler (1952) verkies. Na bespuiting met  $\text{AgNO}_3$  is die chromatogramme vir een uur in 'n ammoniak-versadigde chromatografie-oond in die donker gehang en daarna vir vyf minute tot  $80^{\circ}\text{C}$  verhit. Die suikers is deur bruin tot swart kolle aangetoon; hulle is dadelik omllyn. (L.W. Dit is wenslik om die chromatogramme oornag in die donker te laat hang om te verseker dat al die suikers uitkom.)

Die suikers is geïdentifiseer deur hulle  $R_f$ -waardes (d.i. die afstand wat die bepaalde suiker beweeg in verhouding



tot die afstand beweeg deur glukose) te bepaal en saam met bekende suikers te chromatografeer.

2. Kwantitatiewe bepaling (Pavlinova, 1957): Soos in die geval van die sure is die metode noukeurig gestandardiseer, ten einde variasies toe te skryf aan die eksperimentele procedure, sover moontlik uit te skakel.

a. Skeiding. Bekende volumes ( $10-60 \mu\text{l}$ , afhangende van die betrokke monster) van die gesuiwerde suikerekstrak is op Whatman No. 1 chromatografieepapier onder 'n stroom koue lug aangebring, met soortgelyke hoeveelhede van die betrokke ekstrak aan weerskante daarvan. (Die kantstroke was elk 8 cm wyd, terwyl die middelste strook 6.5 cm breed was.) Omdat chromatografiese skeiding van die suikers bemoeilik word indien daar te veel materiaal op 'n bepaalde kol teenwoordig is, is die ekstrak in die vorm van ses kolle (versprei oor 2.5 cm) vir die middelste strook, en van drie kolle vir die kantstroke, aangebring (Dimler, 1952). Die suikers is vir 72 uur by  $20^{\circ}\text{C}$  met n-butanol : etanol : water (45 : 5 : 50; v/v) as oplosmiddel, gechromatografeer. Na lugdroging by kamertemperatuur is die middelstrook uitgeknipt en die posisies van die kolle op die kantstroke bepaal soos hierbo uiteengesit. Vervolgens is die posisie van die afsonderlike suikers op die middelstrook vasgestel deur die gebiede waarin elke suiker in die kantstroke aangetoon is, met mekaar te verbind. By som-

mige monsters het die suikers nie gelyk in die kantstroke beweeg nie. Deur ook die middelste strook van verskeie chromatogramme te ontwikkel, het geblyk dat 'n bepaalde suiker in die drie stroke wel in 'n reguit lyn gelê het.

b. Eluering. Reghoekige stukke van die onontwikkelde middelste strook, wat met die posisies van die bepaalde suikers in die twee kantstroke ooreenstem, is uitgesny en die oppervlakte van elkeen gemeet. 'n Bekende oppervlakte van die „skoon” chromatografiepapier, waardeur die oplosmiddel gevloei het, is as kontrole gebruik. Die suikers is vervolgens drie maal vir 30 minute by  $70 \times 80^{\circ}\text{C}$  met ongeveer 2 ml water uit elke stuk van die chromatogram geëlueer. Die eluaat is met gedistilleerde water tot 5 ml verdun.

c. Kolorimetriese bepaling. Die konsentrasie van die suiker in elke eluaat is soos volg bepaal: 10 ml varsbereide antroonreagens (0.04 gm antroon in 100 ml 66%  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) is by 1 ml suikeroplossing (wat 25-200  $\mu\text{g}$  suiker bevat) gevoeg, goed gemeng, vir 15 minute in 'n kokende waterbad gelaat en daarna afgekoel. Die optiese digtheid is na 5 minute op 'n Klett-Summerson kolorimeter met 'n Nr. 66 filter (golflengte ongeveer 660  $\text{m}\mu$ ), gelees. Die konsentrasie van elke suiker is met behulp van 'n standaardkromme bepaal. 'n Blanko, met die reagentse alleen, is by elke reeks bepalinge ingesluit. Die skoon chromatografiepapiereluaat het geen noemenswaardige kolorimeterlesing gelever nie.



Daar die intensiteit van die kleur nie stabiel is nie, moes die tye soos voorgeskryf, presies nagevolg word. Om die resultate deurgaans vergelykbaar te hou, is een klomp 66%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (v/v) berei, wat vir al die bepalinge gebruik is. Die samestelling van die antroonreagens beïnvloed ook die optiese digtheid; dit moet dus noukeurig aangemaak word. Vir elke reeks bepalinge is die reagens vars berei en presies vyf minute nadat die antroon by die suur gevoeg is, gebruik.

Identifikasie en Semikwantitatiewe Bepaling van Organiese Sure (Paech & Tracey, 1955).

1. Identifikasie: Die sure in verteenwoordigende monsters is vooraf geïdentifiseer met behulp van eenrigting, afwaartse papierchromatografie by  $20^\circ\text{C}$ , met 1-pentanol : 5 M mieresuur (1 : 1; v/v) as oplosmiddel. Laasgenoemde is 'n uur voor gebruik voorberei en goed geskud. Die boonste fase is vir chromatografie gebruik. Toetse het getoon dat Whatman No. 1 chromatografiepapier (46 x 57 cm) die mees geskikte vir die skeiding van die sure was. Die sure is op die papier aangebring onder 'n stroom lug by kamertemperatuur, daar hulle by hoër temperature komplekse met sellulose vorm. Na chromatografering is die chromatogramme in 'n lugstroom by kamertemperatuur gedroog tot alle mieresuur verwyder is. Die posisies van die sure op die chromatogramme is vasgestel deur hulle met broomfenolblou (0.04 gm broomfenolblou opgelos in 100 ml water, met genoeg 0.1 N NaOH om dit tot

pH7 te bring) te bespuit.

Chromatografering van die gesuiwerde plantekstrakte tesame met bekende sure, eluering en herchromatografering daarvan tesame met vermoede sure, sowel as  $R_F$ -waardes is gebruik om die identiteit van die organiese sure in die plantekstrakte te bepaal.

2. Semikwantitatiewe bepaling: Sure is deur middel van hul kolgrootte op die chromatogramme, bepaal: lg. is gevind om eweredig met die logaritme van die hoeveelheid suur op die kol te wees (Fisher, Parsons & Morrison, 1948). Alle bepalinge is noukeurig gestandaardiseer, ten einde die eksperimentele fout sover moontlik te beperk.

'n Reeks standaardmengsels van die verskillende organiese sure (50-300  $\mu\text{g}$  per kol) is in viervoud op Whatman No. 1 chromatografiepapier gechromatografeer. Die reproduseerbaarheid van die resultate was goed. Krommes van die logaritme van die hoeveelheid suur ( $\mu\text{g}$ ) teenoor kol-oppervlakte, wat eweredig is aan die gewig van die papier vir beide appelsuur en wynsteensuur afsonderlik, het lineêre funksies gelewer.

Bekende volumes (40-60  $\mu\text{l}$ ) van die gesuiwerde plantekstrak is daarna in drievoud op Whatman No. 1 chromatografiepapier aangebring. Die deursnee van die beginkol was duurgaans konstant, nl. 0.5 cm. Dieselfde mikropipet is vir

alle monsters gebruik. Die sure is onder 'n stroom lug by kamertemperatuur op die chromatogramme aangebring. Chromatografering en bepaling van die posisies van die kolle is gedoen soos hierbo beskryf. Ten einde variasies weens die chromatografiepapier aan te dui, is op elke chromatogram ook 'n bekende hoeveelheid van elke suur aangebring. Die resultate het nie noemenswaardig van dié van die standaardkrommes verskil nie. Die kolle is dadelik na bespuiting met broomfenolblou, omlin. Daarna is die chromatogramme gedroog, die omlinnde kolle uitgeknipt en in 'n desikkator gehou totdat hulle geweeg is. Die hoeveelheid suur op elke kol is met behulp van die betrokke standaardkrommes bepaal.

#### Statistiese Ontleding van Gegewens

Aangesien die proef waarvan die plantmateriaal verkry is, volgens die toevalligverspreide blok-metode uitgelê is, is die verkreë resultate met behulp van gewone metodes van variansie-analise ontleed (Snedecor, 1956).

Dit het getoon dat gegewens oor die algemeen slegs op 'n 5%-basis verskil het. Die kleinste betekenisvolle verskil (K.B.V.) word derhalwe slegs ten opsigte van die 5%-waarskynlikheidsgrens aangegee.

### 3. RESULTATE EN BESPREKING

#### RESULTATE

#### Die Invloed van Mangaansulfaat op Groei, Vrugopbrengs en Vruggrootte

Vegetatiewe groei. Mangaantekortsimptome het algemeen by die onbehandelde plante voorgekom. Bespuiting met  $\text{MnSO}_4$  het die vegetatiewe groei bevorder: tekortsimptome het verdwyn by plante met mangaan bespuit, hoewel daar nog 'n effense chlorose by die 1.0%  $\text{MnSO}_4$ -behandeling sigbaar was. 'n Blaar met tipiese mangaantekortsimptome, in teenstelling met een wat met 0.2%  $\text{MnSO}_4$  bespuit is, word in Plaat 2 aangetoon.

Die mangaangehalte van die blare. Alhoewel die plante met verskillende konsentrasies  $\text{MnSO}_4$  bespuit is, is mangaan nie noodwendig in dieselfde verhouding deur die blare geabsorbeer nie. Die mangaangehalte van die blare van die verskillende behandelings is vervolgens volgens die perjodaat-metode bepaal (Jackson, 1958). Die mangaaninhoud van die blare het oor die algemeen betekenisvol toegeneem namate die  $\text{MnSO}_4$ -konsentrasie verhoog is (Tabel 1). Die mangaangehalte van blare wat twee keer met 0.2%  $\text{MnSO}_4$  bespuit is, was nie betekenisvol hoër as dié van plante wat net een keer bespuit is nie. Blare wat 30 d.p.m. mangaan en hoër bevat het, het oor die algemeen nie mangaantekortsimptome vertoon nie.

Tabel 1. Die invloed van mangaansulfaatbespuitings op die mangaangehalte van die blare

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Mangaangehalte van blare (d.p.m.)
0.0	3.8
0.2	30.0
2 x 0.2 <sup>*</sup>	41.9
1.0	88.8
K.B.V. (P = 0.05)	20.2

\* Twee bespuitings met 0.2% MnSO<sub>4</sub>

Vruggroei. Vruggopbrengs is betekenisvol verhoog by die handelings wat 1.0% en 2 x 0.2% MnSO<sub>4</sub> ontvang het. (Tabel 2)

Tabel 2. Die invloed van mangaansulfaat op die vruggopbrengs per perseel<sup>\*</sup>

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Vruggopbrengs (Kg per perseel)
0.0	25
0.2	26
2 x 0.2	32
1.0	31
K.B.V. (P = 0.05)	6

\* 8 Plante per perseel

Dit is waarskynlik gedeeltelik toe te skryf aan die invloed van mangaan op vruggrootte. Ten einde laasgenoemde te ondersoek, is die vars gewig per 32 druiwekorrels weekliks vanaf 5 Desember 1962 tot 23 Januarie 1963 bepaal. Die invloed van mangaankonsentrasie op die vars korrelgewig word in Tabel 3 aangegee.

Tabel 3. Die invloed van mangaansulfaat op die vars gewig van vrugte (gm per korrel) op verskillende oesdatums

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Datum versamel					Gemid.
	5/12	19/12	2/1	16/1	23/1	
0.0	2.10	3.71	4.30	5.88	6.71	4.54
0.2	2.01	4.20	4.78	6.08	7.06	4.83
2 x 0.2	2.02	4.34	5.30	6.64	7.52	5.17
1.0	1.80	3.99	4.99	6.45	7.50	4.95
Gemid.	1.98	4.06	4.84	6.26	7.20	
K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings    : 0.55 MnSO <sub>4</sub> -konsentrasie    : 0.25 Tyd                                : 0.28						

Oor die algemeen het die korrelgrootte toegeneem met verhoogde mangaantoedienings. Die vars gewigte van die korrels van plante wat twee keer met 0.2% MnSO<sub>4</sub> en een keer met 1.0%

$\text{MnSO}_4$  bespuit is, was betekenisvol groter as dié van die kontrolebehandeling. Dit geld veral vir die tydperk vanaf 2 Januarie. Korrelgrootte was effens laer by die 1%  $\text{MnSO}_4$ -behandeling as by dié wat 2 x 0.2%  $\text{MnSO}_4$  ontvang het.

Wat vrugontwikkeling as sodanig betref, het korrelgrootte by alle behandelings die grootste toename (gemiddeld meer as 2 gm per korrel) tussen 5 en 19 Desember getoon. Daarna het dit betreklik konstant toegeneem tot op 23 Januarie, toe die laaste waarnemings van vruggewig gemaak is.

#### Die Invloed van Mangaansulfaat op Vrugrypwording

Soos reeds genoem, word rypheid in vrugte grotendeels bepaal deur die suiker- en suurgehalte daarvan. Om hierdie rede is die invloed van mangaan op die suiker- en suurgehalte van die vrugte tydens die verloop van rypwording, met gereelde tussenposes van 'n week, bepaal. Die suur is titrimetries, en die suiker refraktometries vasgestel. Die invloed van mangaankonsentrasie op die totale suiker- en suurgehalte (as titreerbare suur) word onderskeidelik in Tabela 4 en 6 en Figure 1 en 2 aangegee.

Die glukoasidimetriesse indeks (GAI), d.w.s. die verhouding van totale suiker tot titreerbare suur, is 'n betreklike akkurate maatstaf vir rypheid (Dobrolyubskii, 1962). 'n Hoër graad van rypheid word deur 'n hoër GAI voorgestel. Die invloed van mangaan op die GAI en die verandering van

**TABEL 4.** Die invloed van mangaansulfaat op die totale suikergehalte (as persentasie van die vars gewig) van die vrugte

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Datum Versamel							Gemid.
	16/1	23/1	30/1	6/2	13/2	20/2	27/2	
0.0	10.5	14.5	16.7	19.0	20.5	22.9	23.9	18.2
0.2	10.9	14.5	16.9	19.0	20.8	22.9	23.6	18.4
2 x 0.2	10.4	14.4	16.8	18.4	20.3	22.7	23.1	18.0
1.0	9.9	13.5	15.9	17.9	19.7	21.5	22.4	17.2
Gemid.	10.4	14.2	16.6	18.6	20.3	22.5	23.2	
K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings : 0.8 MnSO <sub>4</sub> -konsentrasie : 0.3 Tyd : 0.4								

**TABEL 5.** Die invloed van mangaansulfaat op die totale suikerpersentasie, korrelgewig, totale suiker per korrel en totale suiker per perseel

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Totale suikergehalte (%) <sup>*</sup>	Korrelgewig (gm) <sup>*</sup>	Totale suiker per korrel (gm) <sup>*</sup>	Totale suiker per perseel (Kg) <sup>**</sup>
0.0	14.5	6.71	0.97	5.98
0.2	14.5	7.06	1.02	6.14
2 x 0.2	14.4	7.52	1.08	7.39
1.0	13.5	7.50	1.01	6.94
K.B.V.	0.8	0.55	0.31	1.17

\* Soos op 23 Januarie

\*\* Soos op 27 Februarie



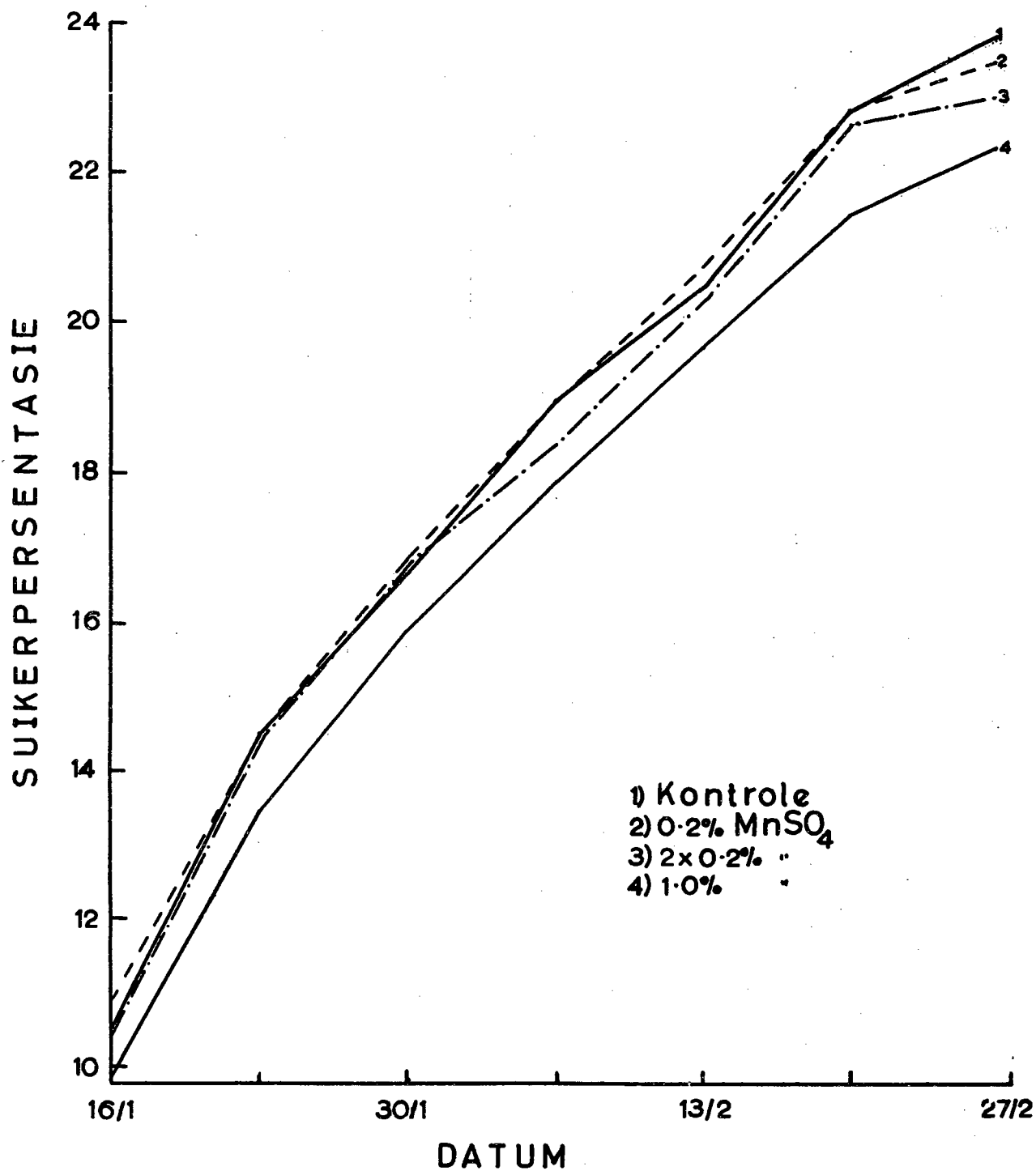


FIG. 1. Die invloed van  $\text{MnSO}_4$  op die totale suikergehalte van die vrugte.

laasgenoemde met die verloop van tyd, word in Tabel 7 en Figuur 3 aangetoon.

Suikergehalte. Bespuiting van die plante met 1.0%  $\text{MnSO}_4$  het 'n betekenisvolle afname in die suikerpersentasie veroorsaak (Tabel 4; Figuur 1). Die suikergehalte van druiwe wat met 0.2% en 2 x 0.2%  $\text{MnSO}_4$  bespuit is, het egter nie betekenisvol van dié van die kontrole verskil nie.

Die totale hoeveelheid suiker per korrel (suikerpersentasie X vars korrelgewig), daarenteen, het ietwat toegeneem met toenemende mangaankonsentrasie; die toename was egter nie betekenisvol nie (Tabel 5). Gegewens ten opsigte van beide die suikerpersentasie en vars gewig van die korrels was ongelukkig net vir 16 en 23 Januarie beskikbaar. Die moontlikheid van 'n negatiewe korrelasie tussen suikerpersentasie en vars korrelgewig is ook ondersoek. Dit was egter nie betekenisvol nie. Ook die totale gewig suiker per perseel (suikerpersentasie X vrugopbrengs), was hoër by dié plante wat met mangaansulfaat behandel is (Tabel 5). Die grootste hoeveelheid suiker per perseel is deur die plante wat twee keer met 0.2%  $\text{MnSO}_4$  bespuit is, geproduseer.

Wat die verloop van rypwording betref, het die suikerpersentasie by alle behandelings elke week vanaf 16 Januarie betekenisvol en betreklik konstant toegeneem. Na 20 Februarie het al die krommes egter begin afplat (Fig. 1).

Titreerbare suurgehalte. Oor die algemeen het bespuiting met 1.0%  $\text{MnSO}_4$  'n toename in die titreerbare suurgehalte van die vrugte teweeggebring (Tabel 6). Hierdie effek was slegs tot op 6 Februarie betekenisvol. Die titreerbare suurgehalte van al die behandelings het met die verloop van tyd gedaal. Die grootste afname was in die tydperk vanaf 16 tot 23

Januarie; daarna het die dalende neiging afgeneem (Fig. 2).

Glukoasidimetriese Indeks. Uit die gegewens van Tabel 7 en Fig. 3 blyk dat die glukoasidimetriese indeks van die vrugte by al die behandelings lineêr met die tyd toegeneem het.

Hierdie indeks het egter oor die algemeen afgeneem namate die mangaankonsentrasie verhoog is, m.a.w. die vrugte het stadiger ryp geword. Die hoogste mangaanbehandeling (1.0%  $\text{MnSO}_4$ ) het ná 30 Januarie betekenisvol laer waardes as dié van die kontrole en die 0.2%  $\text{MnSO}_4$ -behandeling, vertoon. Volgens Fig. 3 geoordeel was die vrugrypheid van die 1.0%  $\text{MnSO}_4$ -behandelde plante teen die einde van die proefperiode ongeveer 'n week vertraag in vergelyking met dié van die ander behandelings.

#### Die Invloed van Mangaansulfaat op die Afsonderlike Suikers in die Vrugte

Die suikers sukrose, glukose, fruktose en xilose is met behulp van eenrigting afwaartse papierchromatografie met n-butanol : etanol : water (45 : 5 : 50; v/v) as oplosmiddel, in

TABEL 6. Die invloed van mangaansulfaat op die titreerbare suurgehalte (m. ekw. per liter) van die vrugte

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Datum Versamel							Gemid.
	16/1	23/1	30/1	6/2	13/2	20/2	27/2	
0.0	321	205	158	135	107	99	88	159
0.2	327	208	162	133	102	102	94	161
2 x 0.2	334	209	159	140	113	106	88	164
1.0	358	239	176	151	117	111	100	179
Gemid.	335	215	164	140	110	105	93	

K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings : 15  
                                  MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie : 6  
                                  Tyd : 7

TABEL 7. Die invloed van mangaansulfaat op die glukoesidimetrisie indeks\* van die vrugte met die verloop van rypwording

MnSO <sub>4</sub> - toediening (%)	Datum Versamel							Gemid.
	16/1	23/1	30/1	6/2	13/2	20/2	27/2	
0.0	32.7	72.6	106	142	193	232	274	150
0.2	33.5	70.8	105	144	206	225	253	148
2 x 0.2	31.3	69.0	106	132	181	215	266	143
1.0	27.6	56.7	91	119	168	194	225	126
Gemid.	31.3	67.3	102	134	187	217	255	

K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings : 17.6  
                                  MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie : 6.6  
                                  Tyd : 8.8

\* Suikerpersentasie / m. ekw. suur per l.

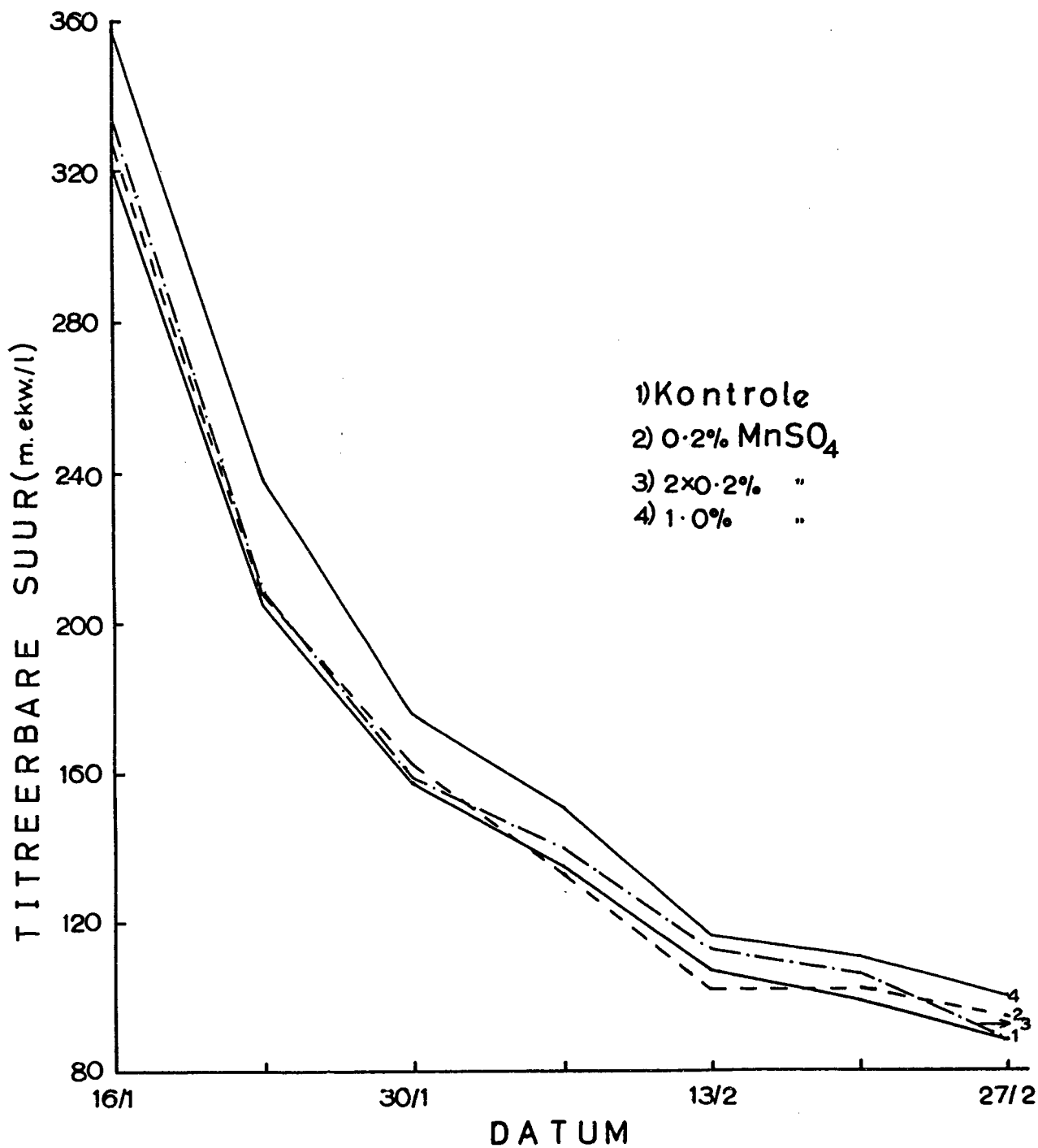


FIG. 2. Die invloed van  $\text{MnSO}_4$  op die titreerbare suurgehalte van die vrugte.

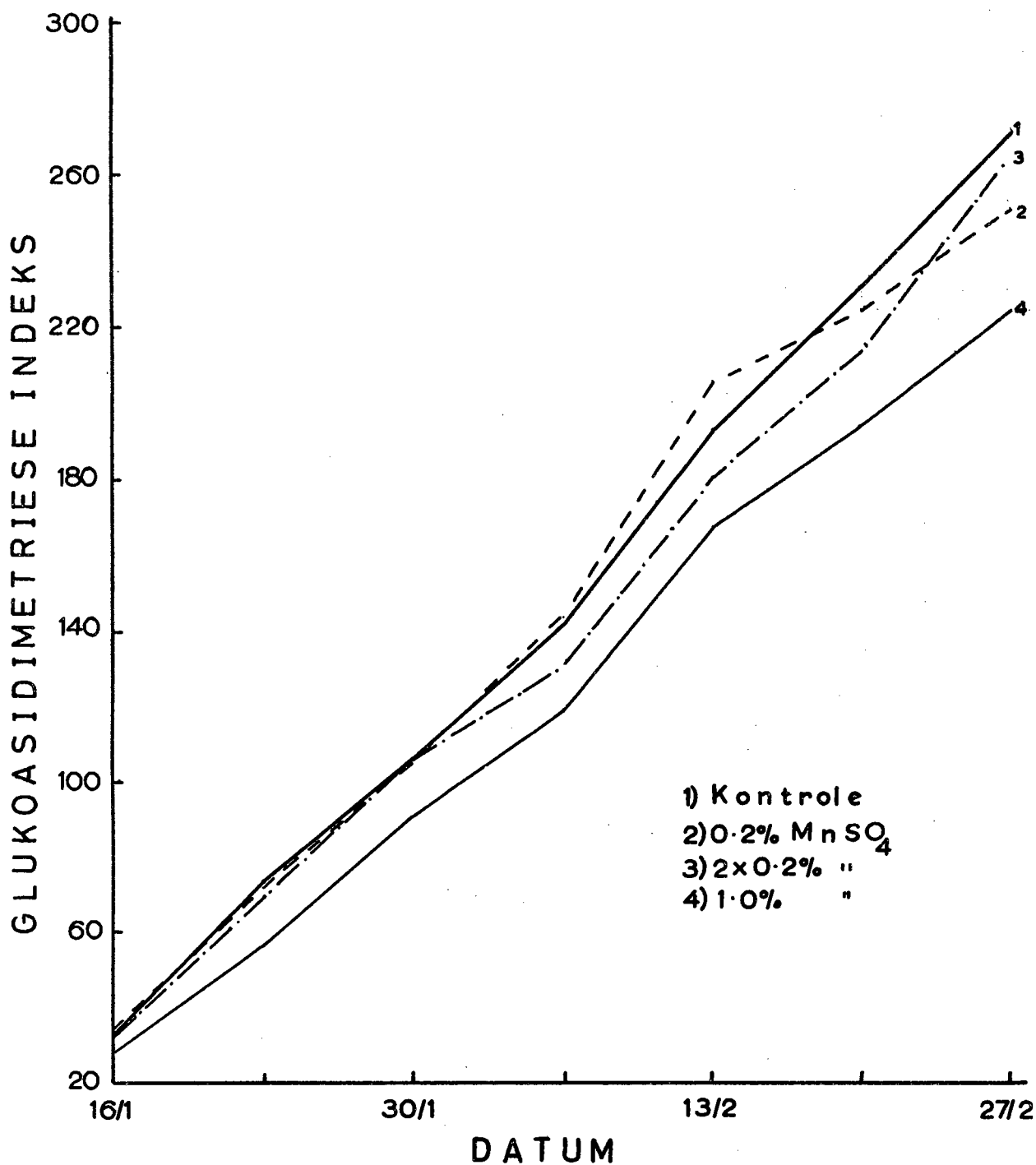


FIG. 3. Die invloed van  $MnSO_4$  op die glukoasidimetrisie indeks van die vrugte.

die druiwe geïdentifiseer. Hulle  $R_G$ -waardes was onderskeidelik 0.45, 1.00, 1.41 en 1.72. By sommige monsters was daar twee bykomstige suikers, waarskynlik disakkariede, met  $R_G$ -waardes soortgelyk aan dié van sukrose. Hierdie suikers is nie geïdentifiseer nie: om hulle kwantitatief te skei, sou beteken dat die ander suikers van die chromatogramme sou afloop. Derhalwe is hulle saam met sukrose bepaal.

Die konsentrasies van die bogemelde suikers is na chromatografiese skeiding kolorimetries met behulp van antroon bepaal. Hulle onderskeie konsentrasies tydens verskillende ontwikkelingsstadia van die vrugte, asook die invloed van die  $MnSO_4$ -konsentrasie daarop, word in Tabel 8 aangegee.

In groen druiwe (5 Desember) was die konsentrasies sukrose, glukose en fruktose omtrent gelyk, terwyl xilose afwesig was. Met die begin van rypwording (16 Januarie) en in die ryp vrugte (27 Februarie) was die konsentrasies glukose en fruktose by 'n bepaalde behandeling ongeveer gelyk, terwyl dié van sukrose en xilose heelwat laer was. Die xilosekonsentrasie was weer ietwat hoër (egter nie betekenisvol nie) as dié van sukrose. Op 5 Desember en 27 Februarie het 1.0%  $MnSO_4$  'n toename in suikers teweeggebring. Die feit dat die verskillende suikers op 16 Januarie die hoogste ly die kontrolebehandeling was, moet moontlik daaraan toegeskryf

**TABLE 8.** Die invloed van mangaansulfaat op die suikrose-, glukose-, fruktose- en xilosegehalte op verskillende stadia tydens vrugontwikkeling

Datum Versamel	MnSO <sub>4</sub> Toediening (%)	Suikergehalte (mg/gm D.G.)				Gemid.
		Sukrose	Glukose	Fruktose	Xilose	
5 Desember	0.0	0.32	0.57	0.42	0.0	0.44*
	0.2	0.35	0.42	0.00	0.0	0.26*
	1.0	0.62	0.97	0.88	0.0	0.82*
	Gemid.	0.43	0.65	0.43	0.0	
16 Januarie	0.0	1.90	83.80	68.70	5.94	53.40
	0.2	1.03	54.90	53.10	3.67	37.60
	1.0	1.23	41.40	42.10	3.92	29.60
	Gemid.	1.39	60.00	54.30	4.51	
27 Februarie	0.0	1.92	52.40	48.50	8.50	27.80
	0.2	2.67	60.30	60.10	12.90	34.00
	1.0	2.73	72.10	71.10	12.20	36.50
	Gemid.	2.44	61.60	59.90	11.20	
<p><u>K.B.V. (P = 0.05) vir:</u>                      <u>5 Des.</u>                      <u>16 Jan.</u>                      <u>27 Feb.</u></p> <p>Alle behandelings                      0.41                      24.45                      15.3</p> <p>MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie                      0.23                      12.23                      7.6</p> <p>Suiker                      0.23                      12.23                      7.6</p>						

\*Slegs ten opsigte van suikrose, glukose en fruktose



word dat die glukose- en fruktosegehalte van die kontrole-behandeling op hierdie datum reeds 'n maksimum bereik het (Tabelle 10 en 11).

Die invloed van mangaansulfaat op die sukrose-, glukose-, fruktose- en xilosegehalte afsonderlik, op verskillende stadia van rypwording, word in Tabelle 9 tot 12 aangegee.

Oor die algemeen het  $\text{MnSO}_4$ -bespuitings nie die sukrose-konsentrasie beïnvloed nie (Tabel 9; Fig. 4), behalwe op die laaste oesdatum, waar sukrose wel betekenisvol hoër was by die 0.2%  $\text{MnSO}_4$ -behandeling as by die kontrole. Die maksimale sukrosekonsentrasie is twee weke vroeër by die kontrole-plantte as by dié wat met  $\text{MnSO}_4$  behandel is, bereik.

Alhoewel nie betekenisvol nie, was glukose en fruktose oor die algemeen geneig om toe te neem namate die mangaankonsentrasie verhoog is, veral in die ryper vrugte (Tabelle 10 en 11). Die glukose- en fruktosegehalte het albei met die verloop van tyd stadig toegeneem, totdat die druiwe begin verkleur het; gelyktydig met die ontwikkeling van die donker vrugkleur was daar 'n besondere groot toename in beide glukose en fruktose, waarna hulle geleidelik vermeerder het tot 'n maksimum, om daarna weer af te neem (Tabelle 10 en 11; Fig. 4). Die maksimum van glukose sowel as fruktose was hoër, en is later bereik namate die mangaankonsen-

TABEL 9. Die invloed van mangaansulfaat op die suikrose-  
gehalte (mg per gm droë gewig) van die vrugte

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Datum Versamel							Gemid.
	5/12	19/12	2/1	16/1	30/1	13/2	27/2	
0.0	.32	.69	.81	1.90	1.74	3.07	1.92	1.49
0.2	.35	.40	.94	1.03	1.80	2.70	3.39	1.52
1.0	.62	.46	.80	1.23	2.53	2.20	2.73	1.51
Gemid.	.43	.52	.85	1.39	2.02	2.66	2.68	

K.B.V. ( $P = 0.05$ )    Alle behandelings : 1.36  
                                      MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie : 0.52  
                                      Tyd : 0.78

**TABEL 10.** Die invloed van mangaansulfaat op die glukosegehalte (mg per gm droë gewig) van die vrugte

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	5/12	19/12	Datum Versamel 2/1	16/1	30/1	13/2	27/2	Gemid.
0.0	0.6	2.4	4.2	83.8	67.7	76.8	52.4	41.1
0.2	0.4	3.2	5.8	54.9	86.1	80.9	60.3	41.7
1.0	1.0	2.1	2.8	41.4	80.9	95.8	72.1	42.3
Gemid.	0.7	2.6	4.2	60.0	78.2	84.5	61.6	

K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings : 31.6  
                              MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie : 11.9  
                              Tyd : 18.2

TABEL 11. Die invloed van mangaansulfaat op die fruktose-  
gehalte (mg per gm droë gewig) van die vrugte

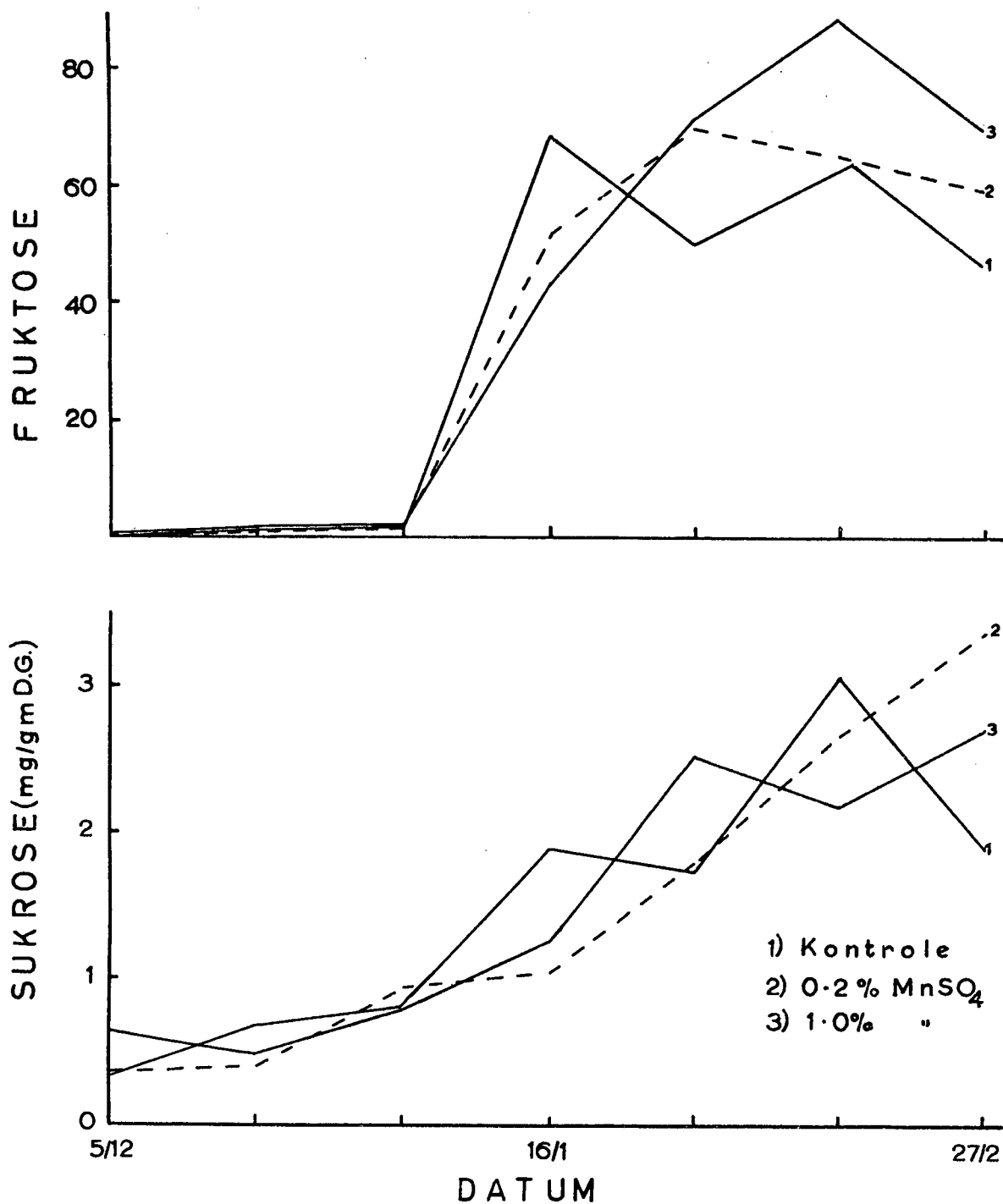
MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Datum Versamel							Gemid.
	5/12	19/12	2/1	16/1	30/1	13/2	27/2	
0.0	0.4	1.1	1.6	68.7	50.5	64.5	48.5	33.6
0.2	0.0	1.2	1.8	53.1	69.5	65.0	60.1	35.8
1.0	0.9	1.7	2.3	42.1	74.1	91.1	71.0	40.5
Gemid.	0.4	1.4	1.9	54.6	64.4	73.5	59.9	

K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings    :    27.6  
    MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie    :    10.4  
    Tyd    :    15.9

**TABEL 12.** Die invloed van mangaansulfaat op die xilosegehalte (mg per gm droë gewig) van die vrugte

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Datum Versamel							Gemid.
	5/12	19/12	2/1	16/1	30/1	13/2	27/2	
0.0	0	1.32	1.91	5.98	3.10	6.16	8.51	4.50
0.2	0	1.58	2.63	3.67	14.11	6.40	12.94	6.89
1.0	0	0.91	1.68	3.91	5.41	10.30	12.20	5.74
Gemid.	0	1.27	2.07	4.52	7.54	7.62	11.22	

K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings : 11.02  
                              MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie : 4.50  
                              Tyd : 6.37



**FIG. 4.** Die invloed van  $\text{MnSO}_4$  op die suikrose- en fruktosegehalte van die vrugte (tweeweekliks).

trasie verhoog is. Hierdie verskille was egter nie betekenisvol nie. Die glukosekonsentrasie van enige behandeling op 'n bepaalde tyd het baie met die fruktosekonsentrasie ooreengestem, moontlik ten gevolge van die afbreking van sukrose na gelyke hoeveelhede glukose en fruktose.

Mangaanbespuiting het nie die xilosekonsentrasie van die vrugte beïnvloed nie (Tabel 12). Xilose was by die heel groen druiwe afwesig. Dit het twee weke later verskyn en baie geleidelik met die verloop van tyd toegeneem. Die xilosekonsentrasie het oor die algemeen 'n maksimum op die laaste oesdatum bereik.

#### Die Invloed van Mangaansulfaat op die Afsonderlike Sure in die Vrugte

Wynsteensuur en appelsuur in die druiwe is met behulp van eenrigting afwaartse chromatografie, met n-propanol : 5 M mieresuur (1 : 1; v/v) as oplosmiddel geïdentifiseer. Hulle  $R_F$ -waardes in hierdie oplosmiddel was 0.14 en 0.30 onderskeidelik. Chromatografering van baie gekonsentreerde vrugestrukte (die totale suur aanwesig in 3 gm droë plantmateriaal, gekonsentreer tot een ml), het getoon dat ten minste nog twee sure in klein hoeveelhede teenwoordig was. Dié sure was moontlik suksiensuur en sitroensuur. Vir die kwantitatiewe bepaling van organiese sure was plantekstrakte waarvan die suurkonsentrasie binne bepaalde grense geval het, noodsaaklik; omdat appelsuur en wynsteensuur verreweg die

grootste deel van die totale suur uitgemaak het, was dit egter onmoontlik om al die sure in een ekstrak by die gewenste konsentrasie te verkry; daar was buitendien nie genoeg plantmateriaal beskikbaar vir sulke gekonsentreerde ekstrakte nie. As gevolg hiervan en omdat die verandering in titreerbare suur hoogswaarskynlik grootliks aan 'n verandering in een of albei van die oorheersende sure toe te skryf is, is net wynsteensuur en appelsuur kwantitatief bepaal.

'n Toename in titreerbare suur kan toegeskryf word aan 'n verminderde katioontoevoer na die vrug en/of 'n toename in die totale suurgehalte as sodanig. Daar kan onderskei word tussen titreerbare suur, totale suur en gebonde suur: titreerbare suur stel die hoeveelheid vrye suur voor, terwyl die gebonde sure die sure in die vorm van hul soute en die totale suur die som van eg. twee is. In die huidige ondersoek is die gebonde suur d.m.v.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  na vrye suur omgesit en die totale appel- en wynsteensuurgehalte bepaal. Die invloed van mangaankonsentrasie op die totale wynsteensuur- en appelsuurkonsentrasie onderskeidelik word in Tabelle 13 en 14 en Fig. 5 aangegee.

Bespuiting met  $\text{MnSO}_4$  het oor die algemeen 'n verhoogde appelsuurkonsentrasie in vergelyking met die kontrole veroorsaak. Hierdie verskille was aanvanklik groot, maar het

**TABEL 13.** Die invloed van mangaansulfaat op die appelsuurgehalte (mg per gm droë gewig) van die vrugte

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	Datum Versamel							Gemid.
	5/12	19/12	2/1	16/1	30/1	13/2	27/2	
0.0	99.7	75.5	100.4	64.8	23.9	32.2	12.9	58.5
0.2	110.5	150.9	163.7	62.0	34.0	14.5	17.0	78.9
1.0	109.8	120.9	123.7	100.2	31.5	14.0	10.9	73.0
Gemid.	106.7	115.3	129.3	75.7	29.8	20.2	13.6	

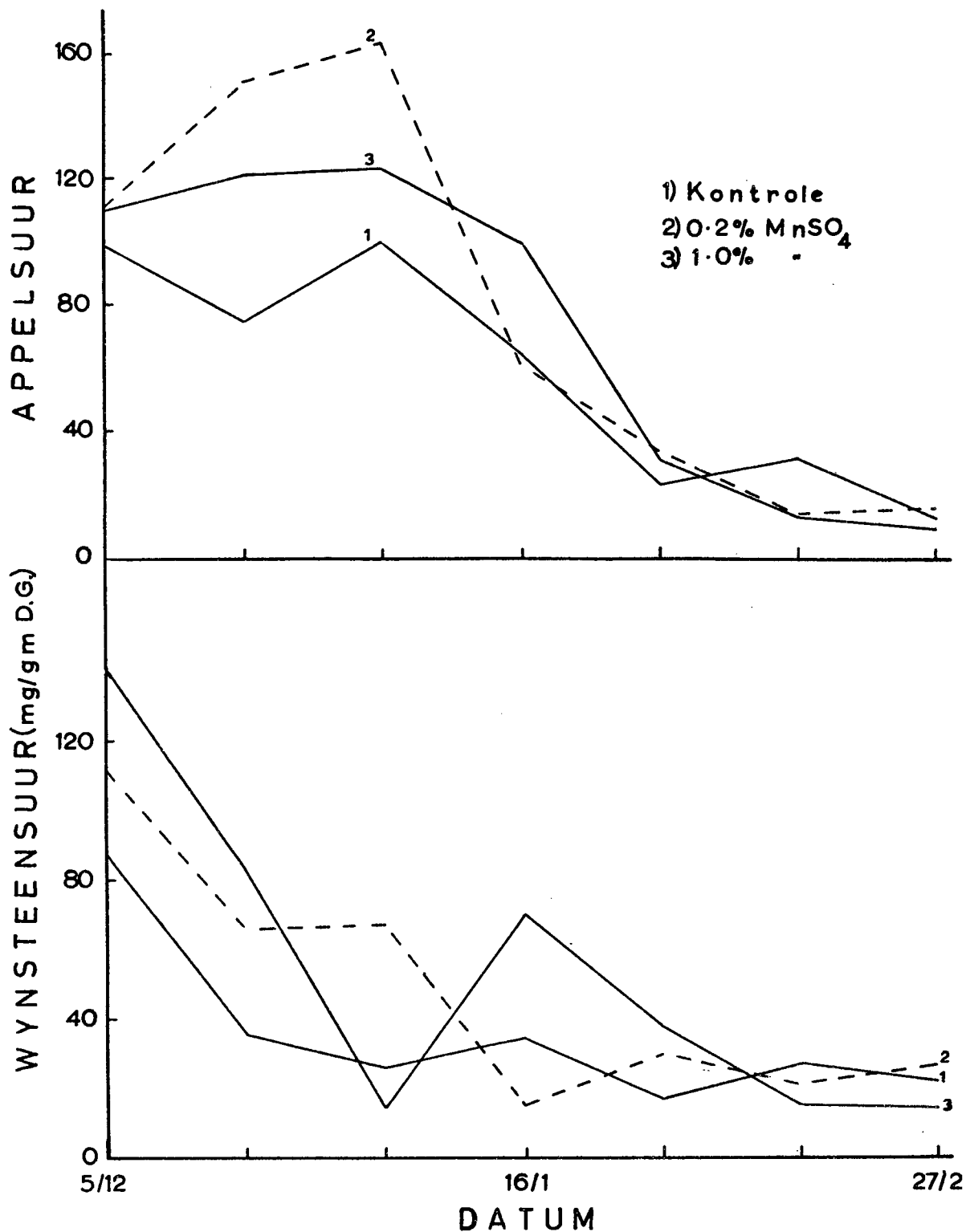
K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings        :    43.9  
                                  MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie       :    16.6  
                                  Tyd                                        :    25.4

**TABEL 14.** Die invloed van mangaansulfaat op die wynsteen-  
suurgehalte (mg per gm droë gewig) van die vrugte

MnSO <sub>4</sub> -toediening (%)	5/12	19/12	Datum Versamel					Gemid.
			2/1	16/1	30/1	13/2	27/2	
0.0	87.4	36.1	26.3	35.4	17.2	27.1	22.3	31.7
0.2	112.0	66.2	68.9	15.5	29.7	21.1	27.1	47.2
1.0	141.5	83.8	14.0	70.5	38.0	15.4	13.9	53.9
Gemid.	113.7	62.0	36.4	40.5	28.3	21.2	21.1	

K.B.V. (P = 0.05)    Alle behandelings        :    42.9  
                                  MnSO<sub>4</sub>-konsentrasie        :    16.2  
                                  Tyd                                        :    24.8





**FIG. 5.** Die invloed van  $\text{MnSO}_4$  op die appelsuur- en wynsteensuurgehalte van die vrugte (tweewekliks).

geleidelik verminder namate die vrugte rypgeword het. Die hoogste appelsuurgehalte is in die vroeë stadia van vrugontwikkeling by die 0.2%  $\text{MnSO}_4$ -behandeling opgemerk. By al die behandelings, insluitende die kontrole, het appelsuur geleidelik toegeneem in die groen vrug totdat dit op 2 Januarie d.w.s. twee weke voor die geweldige toename in suikers, 'n maksimum bereik het. Vanaf 2 tot 30 Januarie was daar 'n groot afname in appelsuur by al die behandelings, hoewel die afname aanvanklik ietwat vertraag is by die vrugte wat 1.0%  $\text{MnSO}_4$  ontvang het. Laasgenoemde is moontlik ook 'n aanduiding dat 1.0%  $\text{MnSO}_4$  rypwording vertraag het. Na 30 Januarie, toe die vrugte reeds taamlik ryp was, het die appelsuur meer geleidelik afgeneem (Fig. 5).

Die totale wynsteensuurgehalte het oor die algemeen 'n neiging getoon om te vermeerder namate die mangaankonsentrasie toegeneem het. Aanvanklik was die wynsteensuurgehalte van die 1.0%  $\text{MnSO}_4$ -behandeling betekenisvol hoër as die van die kontrole, maar hierdie verskille het met die verloop van tyd kleiner, en teen die einde van die proefperiode onbetekenisvol geword. Die wynsteensuurgehalte was by al die behandelings die hoogste op die eerste oesdatum; daarna het dit eers vinnig en later meer geleidelik afgeneem (Fig. 6).

In die groen vrugte was die wynsteensuurgehalte oor die algemeen minder as die van appelsuur maar teen die einde van

rypwording was hulle konsentrasies min of meer dieselfde, met wynsteensuur ietwat hoër as appelsuur.

### BESPREKING

#### Die Invloed van Mangaan op Vruggroei

Uit die gegewens blyk dat twee bespuitings met 0.2%  $\text{MnSO}_4$  of een bespuiting met 1%  $\text{MnSO}_4$  die opbrengs sowel as die korrelgrootte van die druiwe verhoog het. Dit is in ooreenstemming met vorige bevindings (Beattie et al, 1954; Dobrolyubskii, 1962) en is waarskynlik 'n gevolg van die verbeterde groei wat deur mangaantoediening teweeggebring is. Die verbeterde groei staan waarskynlik tot 'n groot mate in verband met die rol wat mangaan in fotosintese, respirasie en stikstofmetabolisme as sodanig speel. Daarbenewens is die totale blaaroppervlakte van die behandelde plante klaarblyklik vergroot, sodat hulle fotosintetiese kapasiteit verhoog en vrugvorming bevorder is.

Die opbrengs van 'n wingerd word verder ook ten minste gedeeltelik deur die vorige seisoen se voedselreserwes bepaal, aangesien die blomknoppe dan reeds aangelê word. Die aantal blomknoppe en die vrugbaarheid daarvan word groten-deels deur die hoeveelheid beskikbare reserwekoolhidrate bepaal (Thomas, 1937). Daar mangaanbemesting eers in 1962-'63 begin is, was die verhoogde opbrengs tydens die huidige ondersoek slegs 'n gevolg van die verbeterde groei wat

mangaan in dieselfde seisoen teweeggebring het. Dit is derhalwe baie moontlik dat die invloed van mangaanbespuiting op die opbrengs in die volgende seisoen nog groter sou ge-wees het.

### Die Invloed van Mangaan op Vrugrypwording

Die verloop van rypwording by die vrugte was soos normaalweg verwag sou word, nl. 'n toename in suikergehalte, gepaard met 'n afname in suurgehalte daarvan.

Die toename in die suikergehalte met die verloop van rypwording word daaraan toegeskryf dat die invoer van suikers in die vrug op hierdie stadium die verbruik daarvan (as bou-materiaal en as substraat vir respirasie) oorheers.

Uit die gegewens blyk dat die toename in die suiker-gehalte van die vrugte tydens rypwording grotendeels aan 'n toename in glukose en fruktose te wyte was. In die groen vrug het die konsentrasie van hierdie suikers feitlik kon-stant gebly, waarskynlik omdat meeste van die suiker tydens die groei van die vrugte gebruik is. Met die aanvang van rypwording was daar egter 'n geweldige styging in die glu-kose- en fruktosegehalte. Hierdie suikers het verder tot op 'n maksimum toegeneem en daarna weer geleidelik afgeneem. Die skielike styging in die glukose- en fruktosegehalte word aan 'n mobilisasie van stysel vanaf die res van die plant na die vrug, toegeskryf (Moreau & Vinet, 1932).

Namate die suikergehalte van die vrug toeneem, is al meer energie nodig vir die verdere invoer van suikers teen 'n konsentrasiegradiënt in die vrug in. Die afname van glukose en fruktose tydens die latere stadia van rypwording is moontlik 'n gevolg daarvan dat die vrug 'n stadium bereik waar die respiratoriese verbruik van suikers die invoer daarvan oorheers. Dit sal opgemerk word dat in teenstelling met die bogenoemde afname van glukose en fruktose (op droë-gewig-basis bereken), die totale suikerpersentasie (op 'n varsgewig-basis) toeneem: dié teenstrydigheid is waarskynlik aan verdamping van water vanuit die druiwe toe te skryf.

In teenstelling met glukose en fruktose het sukrose slegs geleidelik, maar konstant tydens vrugontwikkeling toegeneem. Suiker word in die vorm van sukrose na die vrug vervoer (Swanson & El-Shishiny, 1958), en daar met behulp van invertase na glukose en fruktose afgebreek. Dit is te verwagte dat die sukrosegehalte van die vrugte sou toeneem tydens die mobilisasie van die koolhidraatreserwes vanuit die res van die plant na die vrugte. Sukrose in die vrugte het egter op ongeveer dieselfde konsentrasievlak gebly, terwyl glukose en fruktose baie toegeneem het. Hulle was oor die algemeen in min of meer gelyke konsentrasie aanwesig. Dit dui moontlik op 'n hoë invertase-aktiwiteit in die vrugte.

Soos sukrose, het ook xilose baie geleidelik en kon-

stant toegeneem. Die aanwesigheid van xilose mag 'n aanduiding wees van: (i) die afbreking van xilaanbevattende polisakkariede tot xilose óf in die vrug self, óf in die res van die plant (waarvan xilose na die vrugte vervoer mag word; of van (ii) die aanwesigheid van die pentose-fosfaatsiklus (of 'n gedeelte daarvan) in die vrugte.

Bespuiting met 1.0%  $\text{MnSO}_4$  het die persentuele suikergehalte van die vrugte (op 'n varsgewig-basis) betekenisvol verlaag; die indiwiiduele suikers (droëgewig-basis) was daarenteen geneig om met toenemende mangaankonsentrasie toe te neem. Mangaan het wel die totale suikergehalte per vrug verhoog, maar die watergehalte van die vrugte het terselfdertyd blykbaar sodanig toegeneem dat die persentuele suikergehalte, op 'n varsgewig-basis bereken, afgeneem het.

Die effens hoër totale suikerinhoud van die mangaan-behandelde vrugte was veral aan 'n toename in glukose en fruktose toe te skryf. Die maksimale konsentrasie wat elk van die suikers bereik het, het toegeneem namate die mangaankonsentrasie verhoog is. Die toename in die suikers was moontlik 'n gevolg van die verhoogde fotosintetiese kapasiteit van die behandelde plante.

Die maksimale konsentrasies van glukose en fruktose is albei later bereik namate die mangaankonsentrasie toegeneem het. Dit is moontlik die gevolg daarvan dat meer

koolhidrate by die mangaan-behandelde plante gemobiliseer is en die tydperk van mobilisering gevolglik langer geduur het.

Die sukrose- en xilosegehalte van die vrugte is nie deur mangaan beïnvloed nie. Daar glukose en fruktose van sukrose afkomstig is en die konsentrasie van eersgenoemdes deur mangaanbespuiting verhoog is, terwyl die sukrosegehalte ongeveer konstant gebly het, mag dit 'n aanduiding wees dat invertase deur mangaan geaktiveer is. Dobrolyubskii (1962) het aanduidings gevind dat dit waarskynlik die geval mag wees. Dit is twyfelagtig of xilose deur die oksidasie van glukose (langs die pentose-fosfaatsiklus) gevorm word, daar so'n reaksie heelwaarskynlik deur mangaan beïnvloed sou word.

Soos reeds genoem, is vrugrypwording ook deur 'n afname in suurgehalte gekenmerk: die titreerbare suur het met die verloop van rypwording afgeneem, grotendeels ten gevolge van 'n afname in die hoeveelheid appelsuur- en wynsteensuur. Appelsuur het 'n tyd lank in die groen vrug toegeneem, maar tydens rypwording het dit eers vinnig en later meer geleidelik verminder. Wynsteensuur het vanaf die vroegste oesdatum deurgaans afgeneem.

Die feit dat appelsuur in die groen vrug ophoop, mag die gevolg wees van (i) verminderde oksidasie daarvan deur die ensiem appelsuur-dehidrogenase, of (ii) van 'n verhoogde sintese daarvan uit verskillende bronne.



In die groen vrug bereik die groeiselheid 'n maksimum en is die respirasietempo baie hoog. Aangesien appelsuur ophoop, is die oksaalasynsuur wat tydens hierdie stadium in die Krebs-siklus gebruik word, waarskynlik vanaf 'n ander bron afkomstig. Dit is algemeen bekend dat oksaalasynsuur direk deur die karboksilasie van pirodruiwesuur of fosfoënopirodruiwesuur gevorm kan word. Dit kan moontlik ook van wynsteensuur afkomstig wees, aangesien dit reeds as 'n tussenproduk in die afbreking van wynsteensuur in Pseudomonas incognita gepostuleer is (Nomura & Sakaguchi, 1955). Dit sou kon verklaar waarom wynsteensuur reeds vanaf die vroegste oesdatum verminder het.

Met die aanvang van rypwording het appelsuur vinnig afgeneem. Dit wil voorkom asof die blokkering van die verdere metabolisme van appelsuur op hierdie stadium verder is, en dat dit daarna ook as 'n substraat vir respirasie gebruik kon word.

Dit is bekend dat wynsteensuur in hoër plante oksidatief afgebreek word. Die weg waarlangs dit plaasvind, is egter nog onbekend.

Uit die gegewens blyk dat mangaanbespuiting die appelsuurgehalte van veral die groen vrugte verhoog het. Mangaan aktiveer waarskynlik sekere ensieme van die Krebs-siklus en omdat daar blykbaar 'n steuring in die verdere metabolisme

- 41 -

van appelsuur was, het die konsentrasie van laasgenoemde toegeneem. Tydens rypwording het die verskil tussen die appelsuurgehalte van die vrugte van die behandelde en onbehandelde plante onbetekenisvol geword. Dit is waarskynlik aan 'n verhoging in die respirasietempo van die mangan-behandelde plante (sodat appelsuur vinniger gemetaboliseer is) toe te skryf.

Ook die wynsteensuurgehalte van die vrugte is deur manganbespuiting verhoog. Dit mag moontlik soos volg verklaar word: (i) Indien wynsteensuur uit oksaalasynsuur gevorm word (Lynen & Bayer, 1952), mag 'n toename in laasgenoemde vir die verhoogde wynsteensuurgehalte verantwoordelik wees. Mangan aktiveer die nie-oksidatiewe karboksilasie van pirodruiwesuur na oksaalasynsuur (Ruhland, 1960). By mangan-behandelde plante sou die ewewig tussen oksaalasynsuur en wynsteensuur derhalwe meer in die rigting van laasgenoemde verskuif word. In ooreenstemming hiermee is Hale (1962) se bevindings dat ten minste 'n gedeelte van die druif se sure deur die vaslegging van koolsuurgas in die vrug self, gevorm word. (ii) Indien wynsteensuur uit glukose gevorm word (Vickery & Palmer, 1954), mag die verhoogde suikerproduksie van manganbehandelde plante vir die toename in wynsteensuur verantwoordelik wees.

Dit blyk derhalwe dat mangaanbespuiting rypwording op tweërlei maniere vertraag het, nl. deur die suikergehalte (op 'n varsgewig-basis) te verminder, maar veral deur die suurgehalte te verhoog. Die vertraging was ook merkbaar by die verkleuring van die vrugte tydens rypwording. Veral die 1.0%  $\text{MnSO}_4$ -behandelde plante was in hierdie opsig heelwat vertraag.

In teenstelling met hierdie bevindings het Dobrolyuskii (1962) gevind dat as wingerde, wat geen tekorte toon nie, mangaanbemesting ontvang, die suikergehalte verhoog, die suurgehalte verlaag, en rypwording gevolglik versnel word.

Die feit dat mangaanbespuiting die rypwording van die vrugte vertraag het, mag van praktiese belang wees. Aangesien die meeste druiwesoorte wat vir wyn gebruik word, binne 'n betreklike kort tydperk geoes en gepars word, vind daar gewoonlik 'n ophoping van ryp druiwe by die kelders plaas. Mangaanbespuiting van wingerde met 'n lae mangaangehalte mag derhalwe die voordeel inhou dat die opbrengs daardeur verhoog word, terwyl rypwording tot 'n meer geleë tyd vertraag mag word. Die verminderde suikergehalte mag ook voordelig wees vir die maak van droë wyn, waarvoor Pinotage hoofsaaklik gebruik word.

\*\*\*\*\*

4. GEVOLGTREKKINGS

Dit blyk dat bespuiting met 0.2%  $\text{MnSO}_4$  die mangaan-tekort-simptome van die wingerd opgehef het, sonder om die opbrengs of vrugrypwording veel te beïnvloed. Twee bespuitings met 0.2%  $\text{MnSO}_4$  of een bespuiting met 1.0%  $\text{MnSO}_4$  het die opbrengs verhoog, maar rypwording terselfdertyd vertraag, veral by lg. behandeling.

Mangaan vertraag klaarblyklik die rypwording van Pinotagedruiwe wat aan 'n mangaan tekort ly, deur die suikergehalte te verlaag en die suurgehalte te verhoog.

Bespuiting met 1.0%  $\text{MnSO}_4$  kan waarskynlik aanbeveel word vir Pinotage-wingerde wat aan mangaan tekorte ly, daar dit 'n verhoogde opbrengs teweegbring, en ook rypwording vertraag tot 'n meer geleë tyd vir pars. Die laer suikergehalte mag ook voordelig wees vir die maak van droë wyne, waarvoor Pinotage hoofsaaklik gebruik word.

\*\*\*\*\*

- 44 -

## 5. OPSOMMING

1. Die invloed van mangaansulfaatbespuiting op die opbrengs en vrugrypwording van Vitis vinifera L. cv. Pinotage, wat aan ernstige mangaantekorte gely het, is ondersoek. Rypwording is met betrekking tot veranderings in die konsentrasies van totale en individuele suikers en sure bepaal.
2. Toenemende konsentrasies  $\text{MnSO}_4$  (van 0.2% tot 1.0%) het 'n betekenisvolle toename in die mangaangehalte van die blare (van 3 tot 80 d.p.m.) tot gevolg gehad. Die verhoogde mangaangehalte het gepaard gegaan met 'n toename in opbrengs, terwyl rypwording vertraag is, deurdat die suikerpersentasie en die titreerbare suurgehalte vermeerder is in vergelyking met die kontroleplante.
3. Die vernaamste suikers in die vrugte was sukrose, glukose, fruktose en xilose. Glukose en fruktose het vinnig en sukrose en xilose geleidelik toegeneem met die verloop van rypwording. In die ryp vrugte was glukose en fruktose oorheersend. Glukose en fruktose was geneig om toe te neem met toenemende mangaangehalte, terwyl sukrose en xilose nie beïnvloed is nie.
4. Appelsuur en Wynsteensuur was die oorwegende sure in die

- 45 -

vrugte. Beide hierdie sure het gedurende rypwording verminder. Hulle konsentrasies het oor die algemeen toegeneem namate die mangaankonsentrasie verhoog is.

5. Dit is afgelei dat bespuiting met 1.0%  $\text{MnSO}_4$  aanbeveel kan word vir wingerde met mangaantekorte, daar dit 'n toename in opbrengs, gepaard met 'n vertraging in rypwording tot gevolg gehad het. So 'n vertraging mag moontlik in parstyd voordelig wees. Die verlaagde suikerpersentasie van die vrugte is moontlik gunstig vir die bereiding van droë wyne, waarvoor Pinotage hoofsaaklik gebruik word.

\*\*\*\*\*

- 46 -

6. DANKBETUIGINGS

Hiermee wens ek my hartlike dank teenoor die volgende persone uit te spreek:

1. Die "Ko-operatiewe Wijnbouwers Vereniging van Zuid-Afrika", wie se finansiële steun hierdie ondersoek moontlik gemaak het.
2. Dr. J.A. de Bruyn, senior lektor in plantfisiologie, vir sy belangstelling, hulp en waardevolle kritiek tydens die navorsing en opstel van die skripsie.
3. Al die lede van die doserende personeel van die Departement Plantkunde, vir hul belangstelling en raad.
4. Die Direkteur van die Navorsingsinstitute vir Wynbou en Wynbereiding, vir verlof vir gebruik van die proefpersele.
5. Mnre. J.H.L. Coetzee en G.R. le Roux, van die N.I.W.W. vir gegewens van Tabelle 1 en 2.
6. Mnr. G.C. Crafford, vir die versorging van die fotos.





PLAAT 1. 'n Uitsig oor die proefpersele te Groot Constantia, Kaap.



**PLAAT 2.** Blare van Vitis vinifera L.,  
cv. Pinotage : met mangaantekortsimptome  
(links), en na bespuiting met 0.2%  
 $\text{MnSO}_4$  (regs).

## 7. LITERATUURVERWYSINGS

- AMERINE, M.A. 1951. The acids of California grapes and wines II. Malic acid. Food Tech. 5 : 13-16.
- AMERINE, M.A. 1956. Die Reifung der Weintrauben. Wines and Vines 37. Techn. Sect., (Nr. 10): 27-38, (Nr. 11): 53-55.
- AMERINE, M.A. & M.A. JOSLYN. 1951. Table wines. The technology of their production in California. University of California Press, Berkeley. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 12(2): 753. Springer-Verlag, Berlin.
- BEATTIE, J.M. & C.G. FORSHEY. 1954. A survey of the nutrient element status of Concord grapes in Ohio. Proc. Amer. Soc. hort. Sci. 64 : 21-28.
- BLOCK RICHARD J., EMMETT L. DURRUM & GUNTER ZWEIG. 1958. A Manual of Paper Chromatography and Paper Electrophoresis. 2nd ed. p. 171. Academic Press Inc. Publishers, New York.
- BROWN, T.E., H.C. EYSTER & H.A. TANNER. 1958. Physiological effects of manganese deficiency. In: Lamb, C.A., D.G. Bentley and J.M. Beattie (Eds.). 1958. Trace Elements. pp. 135-155. Academic Press, New York.
- BURSTRÖM, H. 1939. Die Rolle des Mangans bei der Nitratassimilation. Planta 30 : 129.

- 48 -

- BURSTRÖM, H. 1949. Studies on growth and metabolism of roots  
I. The action of n-diamylacetic acid on root elongation.  
Physiol. Plantarum 2(2): 197-209.
- COLAGRANDE, O. 1959. Formation and evolution of organic  
acids in grapes during ripening (in Frans). Annali  
Microbiology 9(1/4): 62-72. Fide ekserp deur  
Sacchetti M., in: Biol. Abstr. 35(4): 64342.
- CORI, C. et al. 1937. Aangehaal deur: McElroy, W.D. and  
Alvin Nason. 1954. Mechanism of action of micronu-  
trient elements in enzyme systems. A. Rev. Pl.  
Physiol. 5 : 9.
- DIMLER, R.J. et al. 1952. Quantitative paperchromatogra-  
phy of D-glucose and it's oligosaccharides.  
Analyt. Chem. 24(9): 1411-1414.
- DOBROLYUBSKII, O.K. & V.K. RYZHA. 1962. The effect of  
manganese on biochemical processes in grape. Soviet  
Plant Physiol. (Fiziologiya Rastenii). 9(1): 38-42.
- EULER, H.v., E.ADLER, G. GUNTHER & L. ELLIOTT. 1939.  
Isocitronensäure-dehydrase und Glutaminsäuresynthese in  
höheren Pflanzen und in Hefe. Enzymologia (Den Haag)  
6 : 337-341. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1958.  
Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 6 : 433.  
Springer-Verlag, Berlin.
- FISHER, R.B., D.S. PARSONS & G.A. MORRISON. 1948. \_\_\_\_\_  
Nature 161 : 764. Aangehaal in: Paech, K. &  
M.V. Tracey (Eds.) 1955. Modern Methods of Plant  
Analysis. Vol. 2 : 560. Springer-Verlag, Berlin.



- GATET, L. 1939. Recherches biochimiques sur la maturation des fruits. *Annls. Physiol. Physicochim. biol.* 15 : 984-1064. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. *Encyclopaedia of Plant Physiology*. Vol. 12(2): 793. Springer-Verlag, Berlin.
- GENEVOIS, L. 1938. Formation et évolution biologique des acides organiques dans les raisins. *Rev. Vitic. (Paris)* 88 : 102, 121, 382, 447. Aangehaal in: Winkler, A.J. 1962. *General Viticulture* p. 128. University of California Press, Berkeley.
- GERHARDT, F. & B.D. EZELL. 1941. Physiological investigations on fall and winter pears in the Pacific Northwest. U.S. Dept. Agric., Techn. Bull. 1941, No. 759. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1958. *Encyclopedia of Plant Physiology*. Vol. 6 : 894. Springer-Verlag, Berlin.
- GIRARD, A., et L. LINDET. 1898. Recherches sur le développement progressif de la grappe de raisin. *Bull. Minist. Agric. (Paris)* 17 : 768. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. *Encyclopedia of Plant Physiology*. Vol. 12(2): 754. Springer-Verlag, Berlin.
- GRIFFITHS, D.G., N.A. POTTER & A.C. HULME. 1950. Data for the study of the metabolism of apples during growth and storage. *J. hort. Sci.* 25 : 266-288.
- GUICHARD, C. 1955. Contribution à l'étude des acides organiques chez les végétaux par chromatographie de

- 50 -

- de partage sur papier. Rev. gén. Bot. 62 : 117-123.
- Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 12(2): 754. Springer-Verlag, Berlin.
- HALE, C.R. 1962. Synthesis of organic acids in the fruit of grapes. Nature. 195(4844): 917-918.
- HEWITT, E.J. 1963. The essential nutrient elements: Requirements and interactions in plants. In: Steward, F.C. 1963. Plant Physiology. A Treatise. Vol. 3 : 222. Academic Press, New York.
- JACKSON, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Constable & Co. Ltd., London.
- JONES, L.H., L.B. SHEPARDSON & C.A. PETERS. 1949. The function of manganese in the assimilation of nitrates. Plant Physiol. 24 : 300-306.
- KIDD, F. 1935. The respiration of fruits. Proc. roy. Instn. G.B. 28 : 351-381. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1958. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 6 : 893. Springer-Verlag, Berlin.
- KIDD, F. et al. 1940. An investigation of the changes in chemical composition and respiration during the ripening and storage of Conference pears. Ann. Bot. N.S. 4 : 1-30.
- KIDD, F. et al. 1951. Metabolism of malic acid in apples. J. hort. Sci. 26 : 169-185.

- LOOMIS, W.E. 1944. Translocation of carbohydrates in maize. Science 101 : 398-400.
- LUTZ, J.M. 1938. Factors influencing the quality of American grapes in storage. U.S. Dept. Agricult., Techn. Bull. 606, 26 pp. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 12(2): 793. Springer-Verlag, Berlin.
- LYNEN, F. & H. BAYER. 1952. Phosphor-d(+)-Weinsäure. Chem. Ber. 85 : 905-912. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 12(2): 903. Springer-Verlag, Berlin.
- 1960. Chromatography p. 135. E. Merck, Darmstadt.
- MCHARGUE, J.S. 1922. ——— J. Amer. Chem. Soc. 44 : 1592-1598. Aangehaal in: Bonner, J. & A.W. Galston. 1955. Principles of Plant Physiology. W.H. Freeman & Co., San Francisco.
- MILLER, L.P. 1933. Effect of manganese deficiency on the growth and sugar content of plants. Am. J. Bot. 20(10): 621-631. Fidé ekserp deur skrywer in: Biol. Abstr. 9 : 344.
- MILLER, ERSTON V. 1958. The accumulation of carbohydrates by seeds and fruits. In: Ruhland, W. (Ed.) 1958. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 6 : 871-880. Springer-Verlag, Berlin.



- MOREAU, L. & E. VINET. 1932. Contribution a l'étude du phénomène de veraison (au Gamay). C.r. hebdomadaire. Séances. Acad. Agric. Fr. 18 : 198-202. Aangehaal deur:
- Winkler, A.J. 1962. General Viticulture. p. 124. University of California Press, Berkeley.
- MUDD, J.B., B.G. JOHNSON, R.H. BURRIS & K.P. BUCHHOLTZ. 1959. Oxidation of indolacetic acid by quackgrass rhizomes. Plant Physiol. 34(2): 144-148.
- MÜLLER-THURGAU, H. 1879, 1882. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 12(2): 777. Springer-Verlag, Berlin.
- NICHOLAS, D.J.D. 1957. Role of metals in enzymes with special reference to flavoproteins. Nature 179 : 800.
- NITSCH, J.P. 1953. The physiology of fruit growth. A. Rev. Pl. Physiol. 4 : 199-236.
- NOMURA, M. & K. SAKAGUCHI. 1955. Decomposition of L-(+)-tartrate by microorganisms. J. Gen. Appl. Microbiol. 1 : 77-98.
- OCHOA, S. 1945. Biosynthesis of tricarboxylic acids by carbon dioxide fixation III. Enzymatic mechanisms. J. Biol. Chem. 174 : 133-157.
- PAECH, K. & M.V. TRACEY (Eds.) 1955. Modern methods of Plant Analysis. Vol. 2 : 539-581. Springer-Verlag, Berlin.
- PAVLINOVA, O.A. 1957. Use of anthrone for quantitative

- determination of sugars separated on chromatograms.
- Soviet Plant Physiol. (Fiziologiya Rastenii) 4(1):97-102.
- PEARSON, J.A. & R.N. ROBERTSON. 1954. The physiology of growth in apple fruits VI. The control of respiration rate and synthesis. Aust. J. biol. Sci. 7 : 1-17.
- PEYNAUD, E. 1947. Contribution à l'étude biochimique de la maturation du raisin et de la composition des vins. Industr. agricult. et aliment. 64 : 87-95, 167-189, 301-317, 399-414. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 12(2): 753. Springer-Verlag, Berlin.
- PEYNAUD, E. et A. MAURIÉ. 1953. Évolution des acides organiques dans le grain de raisin au cours de la maturation en 1951. Annls. Inst. natn. Rech. agron. (Paris), Sér. E, Annls. Technol. agric. 2 : 83-94. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1960. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 12(2): 754. Springer-Verlag, Berlin.
- PIRSON, A. 1955. Functional aspects in mineral nutrition of green plants. A. Rev. Pl. Physiol. 6 : 71-114.
- RANSON, S.L. 1954. Addendum. New Phytol. 53 : 28-30.
- SCHÜTTE, K.H. 1960. Trace element deficiencies in Cape vegetation. J. S. Afr. Bot. 26(1): 45-49.
- SIDERIS, C.P. & N.Y. YOUNG. 1949. Growth and chemical composition of Ananas comosus (L.) Merr. in solution

- 54 -

cultures with different iron-manganese ratios. Plant  
Physiol. 24 : 416-440.

SNEDECOR, G.W. 1956. Statistical Methods. 5th ed.  
Iowa State College Press, Ames.

SOMERS, I.I. & J.W. SHIVE. 1942. The iron-manganese rela-  
tion in plant metabolism. J. Plant Physiol. 17 : 582-  
602. Aangehaal in: Ruhland, W. (Ed.) 1958. Ency-  
clopaedia of Plant Physiology. Vol. 4 : 582. Springer-  
Verlag, Berlin.

STEWART, F.C. (Ed.) 1963. Plant Physiology. A Treatise.  
Vol. 3 : 496, 497. Academic Press, New York.

STILES, WALTER. 1958. Essential micro-(trace) elements.  
In: Ruhland, W. (Ed.) 1958. Encyclopaedia of Plant  
Physiology. Vol. 4 : 580-584. Springer-Verlag, Berlin.

SWANSON, C.L. & E.D. EL-SHISINY. 1958. Translocation of  
sugars in the Concord grape. Plant Physiol. 33(1):33-37.

THIMANN, K.V. & NORIKO TAKAHASHI. 1959. In: Plant Growth  
Regulation. Fourth International Conference on Plant  
Growth Regulation p. 365. The Iowa State University  
Press, Ames.

THOMAS, J.E. & C. BARNARD. 1937. Fruit bud studies III.  
The Sultana (Thompson Seedless); some relations be-  
tween shoot growth, chemical composition, fruit bud  
formation, and yield. Council Sci. Ind. Res. 10 :  
143-157. Aangehaal deur: Winkler, A.J. 1962.

General Viticulture p. 95. University of California Press, Berkeley.

VICKERY, H.B. & J.K. PALMER. 1954. The metabolism of organic acids of tobacco leaves VII. Effect of culture of excised leaves in solutions of (+)-tartrate. J. biol. Chem. 207: 275-285.

VOGEL, ARTHUR I. 1959. A Text-book of Quantitative Inorganic Analysis. Theory and Practice. Sec. ed. Longmans, Green & Co., London.

WINKLER, A.J. 1962. General Viticulture pp. 116-160. University of California Press, Berkeley.

WOLF, J. 1958. Kohlenhydratstoffwechsel massiger Speicherorgane nach abschluss der Speicherung; Lagerung; Kältekonservierung. In: Ruhland, W. (Ed.) 1958. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 6: 887-894. Springer-Verlag, Berlin.

WOLF, JOHANNES. 1960. Der Säurestoffwechsel fleischiger Früchte. In: Ruhland, W. (Ed.) 1960. Encyclopaedia of Plant Physiology. Vol. 12(2): 720-808. Springer-Verlag, Berlin.

\*\*\*\*\*